



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**RECOBRIMENTOS BIODEGRADÁVEIS A BASE DE FÉCULA  
DE MANDIOCA E ÓLEO DE MACAÍBA NA CONSERVAÇÃO  
PÓS-COLHEITA DE GOIABA ‘PALUMA’**

**RAYLSON DE SÁ MELO**

**AREIA – PB  
2016**

**RAYLSON DE SÁ MELO**

**RECOBRIMENTOS BIODEGRADÁVEIS A BASE DE FÉCULA  
DE MANDIOCA E ÓLEO DE MACAÍBA NA CONSERVAÇÃO  
PÓS-COLHEITA DE GOIABA ‘PALUMA’**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Centro de Ciências  
Agrárias da Universidade Federal da  
Paraíba, Areia/PB, em cumprimento às  
exigências para obtenção do título de  
Engenheiro Agrônomo.

Prof.<sup>a</sup>. Silvanda de Melo Silva, Ph. D.- Orientador

**Areia - PB  
2016**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, e porque sem ele não poderia estar aqui hoje, por todas as graças a mim cedidas e por esta sempre me protegendo e abençoando. A Santa Maria que sempre esteve passando na minha frente e fazendo o que eu não podia.

A minha mãe Teresinha, que desde o meu nascimento, dedicou sua vida e luta para que eu chegasse até aqui, que em meio a tantas dificuldades teve amor, coragem, persistência e sabedoria, se esforçando para que eu tivesse acesso aos estudos e sempre torcendo para que eu seguisse em frente, me ensinando a não desistir de meus ideais, por ser meu exemplo de amor, dedicação e coragem e que é, sem dúvidas, a razão da minha existência.

A professora Silvana, pela confiança ao me orientar, e servi como exemplo profissional e pessoal, além de sua paciência e conhecimentos repassados nesses anos de convivência.

Aos meus irmãos Rayanne e João Vitor, que mesmo de longe sempre estão torcendo por mim.

A minha namorada Priscila, pelo companheirismo, amor e carinho.

A toda equipe do Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita, pela ajuda nos trabalhos, pelos momentos de descontração dentro e fora do laboratório.

A minha turma do período 2011.1, por caminhararmos juntos durante esses cinco anos de curso.

Aos meus amigos que estão sempre por perto e os que estão longe, sempre fazendo a caminhada mais alegre.

Ao professor Lourival, por ter gentilmente disponibilizados os frutos de goiaba.

Ao laboratório de análises físicas de alimento da UFCG, onde foi realizado a extração do óleo.

A Cassiara e Antônio Augusto pela contribuição dada a esse trabalho.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a minha formação.

MUITO OBRIGADO!!!

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	V
LISTA DE TABELAS.....	VIII
RESUMO.....	X
ABSTRACT .....	XI
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. GERAL .....	13
2.2. ESPECÍFICOS .....	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	15
3.1. OS FRUTOS DE GOIABEIRA .....	15
3.2. RECOBRIMENTO A BASE DE FÉCULA DE MANDIOCA.....	16
3.3. ÓLEO DA AMÊNDOA DE MACAÍBA ( <i>ACROCOMIA INTUMESCENS</i> DRUDE).....	17
3.4. ATRIBUTOS DE QUALIDADE .....	18
3.5. COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE .....	20
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1. LOCALIZAÇÃO DAS PLANTAS.....	22
4.2. PREPARO DA FÉCULA DE MANDIOCA .....	22
4.3. OBTENÇÃO DO ÓLEO DE MACAÍBA .....	23
4.4. RECOBRIMENTOS .....	23
4.5. AVALIAÇÕES .....	24
4.6. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5.1. QUALIDADE .....	29
5.2. COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE .....	43
5.3. AVALIAÇÕES SENSORIAIS .....	50
5.4. ANÁLISE DE CORRELAÇÃO.....	56
5.5. ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS.....	60
6. CONCLUSÕES .....	64
7. REFERÊNCIAS .....	65

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Taxa de respiração de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R. .... 30
- Figura 2.** Perda de massa fresca diária de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R. .... 31
- Figura 3.** Firmeza de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R. .... 32
- Figura 4.** Luminosidade ( $L^*$ ) de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R. .... 34
- Figura 5.** Parâmetro  $a^*$  de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R. .... 35
- Figura 6.** Parâmetro  $b^*$  de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R. .... 36
- Figura 7.** Cromaticidade C de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de

mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a 10± 1 ° C e 80±2% U.R. ....	37
<b>Figura 8.</b> Ângulo Hue (°H) de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a 10± 1 ° C e 80±2% U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a 10± 1 ° C e 80±2% U.R. ....	38
<b>Figura 9.</b> Índice de Cor (IC) de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a 10± 1 ° C e 80±2% U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a 10± 1 ° C e 80±2% U.R. ....	38
<b>Figura 10.</b> Sólidos Solúveis de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a 10± 1 ° C e 80±2% U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a 10± 1 ° C e 80±2% U.R. ....	40
<b>Figura 11.</b> Acidez titulável de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a 10± 1 ° C e 80±2% U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a 10± 1 ° C e 80±2% U.R. ....	41
<b>Figura 12.</b> Relação SS/AT de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a 10± 1 ° C e 80±2% U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a 10± 1 ° C e 80±2% U.R. ....	42
<b>Figura 13.</b> pH de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a 10± 1 ° C e 80±2% U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a 10± 1 ° C e 80±2% U.R....	43
<b>Figura 14.</b> Clorofila Total de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a 10± 1 ° C e 80±2% U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a 10± 1 ° C e 80±2% U.R. ....	44

<b>Figura 15.</b> Carotenoides Totais da polpa de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $80\pm 2\%$ U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $80\pm 2\%$ U.R. ....	45
<b>Figura 16.</b> Ácido Ascórbico de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $80\pm 2\%$ U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $80\pm 2\%$ U.R. ....	47
<b>Figura 17.</b> Polifenóis Extraíveis Totais de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $80\pm 2\%$ U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $80\pm 2\%$ U.R. ....	48
<b>Figura 18.</b> Atividade Antioxidante Total (DPPH) de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $80\pm 2\%$ U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $80\pm 2\%$ U.R. ....	49
<b>Figura 19.</b> Uniformidade da cor de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $80\pm 2\%$ U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $80\pm 2\%$ U.R. ....	51
<b>Figura 20.</b> Brilho de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $80\pm 2\%$ U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $80\pm 2\%$ U.R. ....	52
<b>Figura 21.</b> Presença de manchas de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $80\pm 2\%$ U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $80\pm 2\%$ U.R. ....	53

<b>Figura 22.</b> Desidratação de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a $10 \pm 1^\circ \text{C}$ e $80 \pm 2\%$ U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a $10 \pm 1^\circ \text{C}$ e $80 \pm 2\%$ U.R. ....	54
<b>Figura 23.</b> Intenção de compra de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a $10 \pm 1^\circ \text{C}$ e $80 \pm 2\%$ U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a $10 \pm 1^\circ \text{C}$ e $80 \pm 2\%$ U.R. ....	55
<b>Figura 24.</b> Aceitação global de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a $10 \pm 1^\circ \text{C}$ e $80 \pm 2\%$ U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a $10 \pm 1^\circ \text{C}$ e $80 \pm 2\%$ U.R. ....	56
<b>Figura 25.</b> Análise de correlação simples entre a taxa respiratória e as variáveis físicas, físico-química, compostos bioativos, atividade antioxidante e aparência dos frutos de goiaba cv ‘Paluma’ submetidas ao armazenamento refrigerado a $10 \pm 1^\circ \text{C}$ e $80 \pm 2\%$ U.R. sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a $10 \pm 1^\circ \text{C}$ e $80 \pm 2\%$ U.R. ....	58
<b>Figura 26.</b> Análise de correlação simples entre o Índice de cor e as variáveis físicas, físico-química, compostos bioativos, atividade antioxidante e aparência dos frutos de goiaba cv ‘Paluma’ submetidas ao armazenamento refrigerado a $10 \pm 1^\circ \text{C}$ e $80 \pm 2\%$ U.R. sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a $10 \pm 1^\circ \text{C}$ e $80 \pm 2\%$ U.R. ....	60
<b>Figura 27:</b> Autovetores reunidos em três grupos das variáveis de qualidade, compostos bioativos, atividade antioxidante, aparência e taxa de respiração de frutos de goiaba ‘Paluma’ sob aplicação de recobrimentos biodegradáveis a base de fécula de mandioca, associado com óleo da amêndoa de macaíba e glicerina e o comportamento dentro dos períodos de armazenamento. ....	63

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Definições dos recobrimentos a base de fécula de mandioca associada a óleo de amêndoa de macaíba e/ou glicerina aplicados nos frutos de goiaba ‘Paluma’ (Psidium guajava). ....	24
--	----



<b>Tabela 2.</b> Definição dos descritores e referência dos extremos das escalas de intensidade na ADQ para goiaba ‘Paluma’ durante o armazenamento refrigerado a $10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $80\pm 2\%$ U.R. sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a $10\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $80\pm 2\%$ U.R....	27
<b>Tabela 04:</b> Evolução da maturação de frutos de goiaba ‘Paluma’ armazenados sob refrigeração ( $10 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 80% U.R) submetidos a aplicação de recobrimentos biodegradáveis durante 14 dias.....	48
<b>Tabela 3.</b> Autovetores de dois componentes principais (CP1 e CP2) de variáveis relacionadas com a atividade antioxidante, compostos bioativos, qualidade físico-química e aparência de goiabas ‘Paluma’ submetidas a aplicação de recobrimentos biodegradáveis a base de fécula de mandioca associado com óleo de macaíba e glicerina em diferentes concentrações.....	61

MELO, R. S. **RECOBRIMENTOS BIODEGRADÁVEIS A BASE DE FÉCULA DE MANDIOCA E ÓLEO DE MACAÍBA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABA ‘PALUMA’**. 2016. 81p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

### RESUMO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) pertence à família *Myrtaceae*, é uma fruta popular cultivada com sucesso em todas as regiões tropicais e subtropicais. Este fruto vem recebendo muita atenção no negócio agroalimentar, devido às suas características atraentes, tais como: a promoção da saúde, pelo aporte de compostos bioativos e propriedades funcionais que lhe é atribuído. A goiaba é normalmente consumida como fruta fresca, mas também é transformada em vários produtos na indústria. É uma fruta climatérica, exibindo uma explosão na respiração e produção de etileno durante o amadurecimento. Por esse motivo possui uma vida útil pós-colheita muito curta, cerca de 3 a 5 dias depois de colhida. Uma tecnologia inovadora e aplicável a frutos tradicionais, é o uso de filmes e recobrimentos comestíveis a base de polímeros. Com isso o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência dos recobrimentos biodegradáveis a base de fécula de mandioca e óleo da amêndoa de macaíba e suas combinações, na qualidade e conservação pós-colheita de frutos de goiaba ‘Paluma’, bem como, estudar as alterações nos compostos bioativos e atividade antioxidante decorrentes do armazenamento. Os frutos de goiaba ‘Paluma’ foram colhidos pelo período da manhã, de forma manual e no estágio de maturação comercial, com coloração da casca verde claro predominante, sendo esses frutos de plantio comercial, conduzidos sob manejo convencional. A aplicação dos recobrimentos foi realizada pela imersão dos frutos nas soluções por 60 segundos, exceto para o controle. Após secagem ao ar sobre telas sanitizadas de aço inox, as goiabas foram acondicionadas em bandejas de poliestireno expandido e armazenados sob condição refrigerada 10 °C em B.O.D durante 14 dias. O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 7 (recobrimento x períodos de avaliação), para as avaliações físicas, físico-químicas, composto bioativos, atividade antioxidante, com três repetições para cada recobrimento e cada repetição sendo composta de três frutos. Para a análise sensorial de aparência o fatorial foi de 5 x 7 (recobrimento x períodos de avaliação), sendo iniciado no primeiro dia de armazenamento, com oito repetições, sendo cada provador considerado uma repetição. Tanto para as avaliações realizadas nos frutos como a análise sensorial, foram feitas inicialmente a cada 3 dias e a partir do sexto dia de armazenamento o intervalo ficou sendo de dois dias. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). A aplicação de recobrimentos biodegradável a base de fécula de mandioca 3%, com 1% de óleo da amêndoa de macaíba e 0,5% de glicerina, foi eficiente em retardar o amadurecimento de goiabas ‘Paluma’ em pelo menos 7 dias a vida útil pós-colheita de frutos mantidos a 10 °C mantendo as características de qualidade dos frutos. No final do armazenamento os frutos que foram submetidos a aplicação dos recobrimentos 2F+2O+0,5G, 3F+0,5O+1G e 3F+1O+0,5G mantiveram suas características sensoriais de brilho, aceitação global e intenção de compra similar ao início do armazenamento. O uso de óleo de amêndoa de macaíba se mostrou eficaz na conservação pós-colheita de goiaba ‘Paluma’, podendo ser usado para diminuir o uso de glicerina.

**Palavras-chave:** *Psidium guajava*, armazenamento, recobrimentos biodegradáveis, compostos bioativos

MELO, R. S. **RECOBRIMENTOS BIODEGRADÁVEIS A BASE DE FÉCULA DE MANDIOCA E ÓLEO DE MACAÍBA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABA 'PALUMA'**. 2016. 81p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

### ABSTRACT

Guava (*Psidium guajava* L.) belongs to the *Myrtaceae* family, it is a popular fruit grown successfully in all tropical and subtropical regions. This fruit has been receiving much attention in the agrifood business, due to its attractive features, such as: the promotion of health, the contribution of bioactive compounds and functional properties attributed to it. Guava is usually consumed as a fresh fruit, but is also processed into various products in the industry. It is a climacteric fruit, displaying an explosion in ethylene production and respiration during ripening. For this reason has a very short shelf-life, about 3 to 5 days after harvested. A innovative technology applicable to traditional fruit is the use of edible films and coatings to polymer-based. With this, the aim of this study was to evaluate the influence of biodegradable coatings cassava starch-based and oil macaw almond and combinations thereof, on the quality and post-harvest conservation of fruit guava 'Paluma' as well, to study the changes in bioactive compounds and antioxidant activity resulting from storage. The fruits of guava 'Paluma' were collected by morning, by hand and in the commercial maturity, with coloring predominantly light green bark, and these fruits of commercial planting, conducted under conventional management. The application of the coatings was conducted by immersion of the fruits in solutions for 60 seconds, except for the control. After air drying on screens sanitized stainless steel, guavas were packed in polystyrene trays and stored under refrigerated condition 10 ° C in BOD for 14 days. The experiment was conducted in a completely randomized design in a factorial 5 x 7 (coating x evaluation periods) for physical evaluations, physicochemical, bioactive compound, antioxidant activity, with three replicates for each treatment and each repetition being composed of three fruits. For sensory analysis appearance factorial was 5 x 7 (coating x evaluation periods) was initiated on the first day of storage, with eight replications, each taster considered a repetition. For the evaluations carried out in fruits such as sensory analysis, they were initially made every 3 days and from the sixth day of storage interval was two days. Data were subjected to analysis of variance by F test ( $p = 0.05$ ). The application of biodegradable coatings cassava starch base 3%, with 1% macaíba Almond oil and 0.5% glycerin, was effective in slowing the ripening of 'Paluma' at least seven days to life fruit postharvest maintained at 10 ° C maintaining fruit quality characteristics. At the end of storage the fruits that have undergone application of coatings 2F + 2O + 0.5g, 3F + 0,5 ° + 1G and 3F + 1O + 0.5g kept their sensory characteristics of brightness, global acceptance and similar purchase intent the beginning of storage. The use of macaíba almond oil is effective in guava postharvest conservation 'Paluma' and can be used to reduce the use of glycerin.

**Keywords:** *Psidium guajava*, storage, biodegradable coatings, bioactive compounds

## 1. INTRODUÇÃO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) pertence à família *Myrtaceae*, é uma fruta popular cultivada com sucesso em todas as regiões tropicais e subtropicais (CRISTINA et al., 2003; BISHNOI et al., 2015). Este fruto vem recebendo muita atenção no negócio agroalimentar, devido às suas características atraentes, tais como: a promoção da saúde, pelo aporte de compostos bioativos e propriedades funcionais que lhe é atribuído (OSORIO; CARRIAZO, 2011; VERMA et al., 2013). Seu consumo como fruta fresca é justificado por ser uma rica fonte de ácido ascórbico, que pode estar presente de 2 a 5 vezes mais que citros (PATRA et al., 2004; SINGH et al., 2005), além de possuir um sabor agradável e intenso, proporcionando notáveis propriedades nutricionais, funcionais e sensoriais (MERCADANTE et al., 1999; OSORIO; CARRIAZO, 2011; ABREU et al., 2012; FLORES et al., 2015).

Os frutos maduros são ricos também em pectina, que fornecem teores de fibra solúvel e insolúvel elevados, não possui muito açúcar e quase ou nenhuma gordura, sendo indicada para qualquer tipo de dieta (ABREU et al., 2012). A goiaba é normalmente consumida como fruta fresca, mas também é transformada em vários produtos na indústria (BISHNOI et al., 2015). É uma fruta climatérica, exibindo uma explosão na respiração e produção de etileno durante o amadurecimento (BROWN; WILLS, 1983; BASHIR; ABU-GOUKH, 2003). Por esse motivo possui uma vida útil pós-colheita muito curta, cerca de 3 a 5 dias, sendo categorizado como fruto muito perecível (BASHIR; ABU-GOUKH, 2003; RANDHAWA et al., 2015).

A alta perecibilidade contribui com cerca de 30% de perdas pós-colheita de frutos e hortaliças (MENEZES et al., 2011), dificultando assim a sua comercialização (HAIDA et al., 2015). Além disso, a safra de colheita da goiaba é curta, consequentemente, os frutos não estão disponíveis durante todo o ano, o que limita a sua comercialização e consumo (NUNES et al., 2015). Assim faz-se necessário desenvolver tecnologias que permitam aumentar a vida útil pós-colheita e manter a qualidade de goiaba (GILL et al., 2016).

Uma tecnologia inovadora e aplicável, é o uso de filmes e recobrimentos comestíveis a base de polímeros (CHIUMARELLI; HUBINGER, 2014). Esses recobrimentos funcionam como barreiras para a perda de água, minimizam as trocas de oxigênio e dióxido de carbono e a transferência de umidade, com efeito similar ao promovido pela atmosfera modificada (VARGAS et al., 2008). Existe uma grande variedade de polímeros que podem ser utilizados na formulação desses recobrimentos, como proteínas (gelatina, glúten de trigo), polissacáridos (amido, alginato) e lípidos (ácido esteárico e ceras) utilizados isoladamente ou em combinações (SOTHORNVIT et al., 2001).

Dentre esses materiais, os polissacarídeos são muito utilizados, pois são de fácil obtenção e de baixo custo. Filmes a base de amido, são bons formadores de película em frutos e possuem baixa permeabilidade ao oxigênio, o que implica em diminuição da taxa respiratória. Além disso, os recobrimentos não apresentam gosto, odor e são transparentes, o que não altera o sabor, o aroma e nem a aparência do produto (CHIUMARELLI et al., 2010). Uma fonte muito utilizada para a obtenção do amido, é a fécula de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) que apresenta boa adaptação a diferentes condições climáticas, é tolerante à seca e a partir dela são obtidos uma grande variedade de produtos (MORENO et al., 2014). Além do mais, o recobrimento produzido com amido de mandioca tem boa aparência, é brilhante, transparente e não-tóxico (CAMPOS et al., 2011).

Por outro lado, embora o amido seja um material de baixo custo e abundante, capaz de formar uma matriz de polímero contínua, o mesmo apresenta uma forte característica hidrófila, que constitui barreiras pobres ao vapor de água (GHANBARZADEH et al., 2011). Por isso, a composição da película requer o uso de um ou mais componentes capazes de gerar uma rede de polímeros com propriedades físicas adequadas e que garantam a conservação do fruto (NASCIMENTO et al., 2012). Um dos componentes importantes das formulações são os ácidos graxos, uma vez que esses podem reduzir a permeabilidade ao vapor de água. Os ácidos graxos mais usados são ácido esteárico, ácido palmítico, abundantes em vegetais tais como soja e girassol (BOURLIEU et al., 2009).

Os óleos vegetais, além de consumidos diretamente na alimentação, constituem-se em importante matéria-prima para a formulação de alimentos, cosméticos, fármacos e outros (QUEIROZ et al., 2015). O Brasil possui uma enorme diversidade de espécies vegetais oleaginosas das quais se pode extrair óleos, dentre estas, destaca-se a macaíba (*Acrocomia intumescens* Drude) uma palmeira nativa da mata atlântica brasileira, que produz um fruto capaz de ser utilizado como fonte de óleo vegetal, apresentando ótima qualidade, quando comparado a outras oleaginosas, podendo ser extraído tanto da polpa quanto da amêndoa (SILVA et al., 2011).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. GERAL**

Avaliar a influência dos recobrimentos biodegradáveis a base de fécula de mandioca associado ao óleo da amêndoa de macaíba em diferentes concentrações, na qualidade e

conservação pós-colheita de frutos de goiabeira ‘Paluma’, bem como, estudar as alterações nos compostos bioativos e atividade antioxidante decorrentes do armazenamento.

## **2.2. ESPECÍFICOS**

Determinar as mudanças nas características físicas e físico-químicas durante o armazenamento de goiabas recobertas com fécula de mandioca adicionada de óleo da amêndoa de macaíba;

Avaliar a atividade respiratória de goiaba ‘Paluma’ sob recobrimentos biodegradáveis;

Avaliar as mudanças os compostos bioativos e atividade antioxidante durante o armazenamento dos frutos de goiaba recobertos com fécula de mandioca associado ao óleo de macaíba;

Avaliar o efeito do uso de óleo da amêndoa de macaíba adicionado à fécula de mandioca na qualidade sensorial e conservação pós-colheita dos frutos de goiaba ‘Paluma’;

Substituir parcial ou totalmente o uso de glicerol pela adição de óleo da amêndoa de macaíba na composição do recobrimento a base de fécula de mandioca.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1. Os frutos de goiabeira

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma fruteira nativa da América do Sul e Central, da família *Myrtaceae*, é uma cultura muito resistente, tolerando altas temperaturas e seca (MORTON, 1987; BISHNOI et al., 2015). Entre as frutas tropicais, a goiaba ocupa lugar de destaque por sua excelente qualidade, que é atribuído a quatro fatores principais: elevado valor nutritivo, excelentes propriedades sensoriais, alto rendimento por área e polpa com elevada qualidade industrial (GALLI et al., 2015). Em função de suas propriedades nutricionais comprovadas (rico em vitaminas A, C, ferro, cálcio e fósforo), associados à facilidade de cultivo e uma demanda crescente por produtos manufaturados, ácido ascórbico (vitamina C), doces, geleias e sucos, a goiabeira é cultivada em muitos países tropicais e subtropicais (PATEL et al., 2005; PATIL et al., 2014; FORATO et al., 2015).

O fruto da goiabeira, apresenta padrão respiratório climatérico, exibindo picos respiratórios e de etileno durante a maturação, amadurece rapidamente após a colheita, e tem vida útil pós-colheita curta à temperatura ambiente, devido a vários fatores fisiológicos regulados por mecanismos genéticos (AKAMINE E GOO, 1979; BROWN E WILLS, 1983; REYS; PAULL, 1995; BASHIR E ABU-GOUKH, 2003; SAHOO et al., 2015). A goiaba por ser uma fruta altamente perecível, é suscetível a danos mecânicos que ocorrem frequentemente nas etapas de colheita, embalagem e transporte (AZZOLINI et al., 2004; SAHOO et al., 2015). Isso torna difícil para exportar ou transportar para centros consumidores mais distantes, uma vez que poderá ocasionar grandes perdas (SILVA et al., 2012).

Goiabas colhidas completamente maduras apresentam conservação pós-colheita de um a dois dias (MANICA et al., 2000), o que inviabiliza a comercialização em mercados distantes, devido ao seu intenso metabolismo, impedindo assim, o armazenamento por períodos prolongados, além do acelerado processo de senescência, que afeta sensivelmente a qualidade e limita ainda mais o período de comercialização (AZZOLINI et al., 2004).

Vários métodos para conservação pós-colheita têm sido testadas em goiabas frescas, incluindo o uso de radiação ionizante para inibir a proliferação de microrganismos (SILVA et al., 2011); imersão em solução de cloreto de cálcio concentrado (WERNER et al., 2009) ou cloreto de cálcio e giberelina (LIMA et al., 2003); embalagem polimérica sob atmosfera controlada (SINGH; PAL, 2008) e armazenamento ao ambiente com 1-metilciclopropeno (SINGH; PAL, 2008). Além disso, os recobrimentos comestíveis, como cera de carnaúba

(JACOMINO et al., 2003); emulsões de celulose (MCGUIRRE; HALLMAN, 1995); soluções de amido e quitosana (SOARES et al., 2011), cera candelilla (SALINAS-HERNÁNDEZ et al., 2010), ceras de proteínas lácteas (CERQUEIRA et al., 2011) e formulações variado com base em gelatina, triacetina e ácido láurico (FAKHOURI et al., 2003) também foram testados.

Mudanças fisiológicas de respiração, transpiração e biossíntese são afetadas por fatores intrínsecos (fruto climatérico ou não climatérico) e extrínsecos (temperatura, etileno, concentração de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>) e geralmente, essas alterações influenciam na conservação e qualidade de frutos (BROSNAN; SUN, 2001). Em condições não controladas uma respiração elevada provoca uma rápida senescência dos tecidos vegetais tornando-os susceptíveis ao ataque de microrganismos e à perda de água (DUSSAN-SARRIA; HONÓRIO, 2005). A taxa respiratória e o amadurecimento comportam-se de forma diferentes em baixas temperaturas, tipo de armazenamento e condições de comercialização (BRON et al., 2005). O controle da respiração e transpiração reduz a velocidade das mudanças fisiológicas, aumentando a vida útil pós-colheita (CARVALHO et al, 2001;. RIBEIRO et al, 2005;. VILA et al, 2007). Baixas temperaturas podem atrasar ou retardar a maturação e pode reduzir a deterioração. Entretanto goiaba é susceptível ao dano pelo frio (WANG, 1989) com temperatura muito baixa. Além disso a goiaba é consumida principalmente na forma de frutos fresco (HONG et al., 2012).

Neste contexto, é de interesse a avaliação do uso de recobrimentos comestíveis para manter a qualidade de goiabas durante o armazenamento (AQUINO et al., 2015). Muitos estudos tem sido realizados com o objetivo de aumentar a vida útil pós-colheita de frutos através da aplicação de recobrimentos comestíveis. Estes recobrimentos oferecem muitas vantagens, tais como a melhoria da aparência, propriedades antimicrobianas, permeabilidade seletiva de gases (CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>), boas propriedades mecânicas, não toxicidade, propriedades não poluentes e de baixo custo (AIDER, 2010; FALGUERA et al., 2011; KONG et al., 2010; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ et al., 2011; ELSABEE; ABDOL, 2013).

### **3.2. Recobrimento a base de fécula de mandioca**

Várias tecnologias para o prolongamento da vida útil pós-colheita de frutos tropicais têm sido estudadas, a exemplo da refrigeração e atmosfera modificada. O uso da atmosfera modificada tem sido difundido por ser uma técnica simples na conservação pós-colheita de frutos e hortaliças, na qual normalmente empregam-se filmes plásticos flexíveis que limitam as trocas gasosas e a perda de água para o ambiente, reduzindo o metabolismo do produto e prolongando sua vida pós-colheita (CHITARRA e CHITARRA, 2005).



No entanto, o uso de filmes plásticos pode ser limitante do ponto de vista ambiental e econômico. Com a crescente demanda por produtos orgânicos, novas tecnologias adequadas a esses produtos também devem ser objeto de exploração pela pesquisa. O uso de revestimentos comestíveis para a conservação de produtos ao natural tem sido uma destas (LIMA et al., 2012), assim, a proteção com produto biodegradável tenta desempenhar a mesma função do filme plástico, além de atuarem também como carreadores de compostos antimicrobianos, antioxidantes, entre outras vantagens (MAIA et al., 2000).

Nesta tecnologia utiliza-se como matéria-prima os derivados do amido, da celulose ou do colágeno que podem ser usadas diretamente sobre os alimentos, que poderão ser consumidos ainda com a película. A fécula de mandioca é considerada a matéria-prima mais adequada na elaboração de biofilmes comestíveis, por formar películas resistentes e transparentes, eficientes como barreiras à perda de água, boa resistência às trocas gasosas, proporcionando bom aspecto e brilho intenso, tornando frutos e hortaliças comercialmente atrativos (HOJO et al., 2007; LIMA et al., 2012).

Após aplicação no fruto alvo, forma-se uma película ao seu redor, agindo como barreira para trocas gasosas e perda de vapor d'água, modificando a atmosfera e retardando o amadurecimento do fruto (PEREIRA et al., 2006). O amido extraído da mandioca apresenta boas características para formação de películas que, além de ser comestível, é de baixo custo quando comparado às ceras comerciais, e tem caráter renovável (BONA, 2007).

### **3.3. Óleo da amêndoa de macaíba (*Acrocomia intumescens* Drude)**

*Acrocomia intumescens* Drude é um membro da família Arecaceae popularmente conhecida como macaíba, macaibeira, e bocaiuva, é uma palmeira que pode atingir 15 m de altura e tem ampla distribuição geográfica (SCARIOT et al., 1995). A espécie é nativa das regiões tropicais das Américas e ocorre desde o Sul do México até o Norte da Argentina, porém as maiores populações estão no cerrado brasileiro (CETEC, 1983).

A palmeira macaíba pode ser usada com diferentes finalidades. As folhas podem ser usadas na alimentação animal e na medicina popular como laxante, devido ao efeito purgativo e contra afecções das vias respiratórias (SANJINEZ-ARGANDOÑA e CHUBA 2011). A polpa do fruto é consumida ao natural ou na forma de produtos elaborados, como refrescos, sorvetes e farinhas, sendo a biomassa do endocarpo e epicarpo utilizado como carvão e na alimentação animal (CICONINI et al., 2013).

A amêndoa pode ser usada como fonte de matéria-prima para a extração de óleo (ALMEIDA et al., 1998). Seu potencial comercial inclui o uso do óleo para produção de biocombustível e na fabricação de sabão (ROLIM, 1981). Os óleos vegetais, além de consumidos diretamente na alimentação, constituem-se em importante matéria-prima para a formulação de alimentos, cosméticos, fármacos e outros (QUEIROZ et al., 2015).

O óleo da macaíba apresenta ótima qualidade, se comparado a outras oleaginosas (QUEIROZ et al., 2015). Assim, a palmeira macaíba pode ser considerada como uma promissora fonte de óleos vegetais para os setores de produção alimentícia, de cosméticos, farmacêuticas e de energia (CAÑO ANDRADE et al., 2006).

### **3.4. Atributos de qualidade**

Segundo Hewett (2006), a qualidade é "adequação à finalidade", ou seja, é o estado do produto que atenda as expectativas do cliente ou consumidor. Pode ser definida ainda como um conjunto de características que diferenciam componentes individuais de um mesmo produto e que têm significância na determinação do grau de aceitação desses produtos pelo consumidor (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A qualidade de um alimento envolve atributos intrínsecos e extrínsecos (JONGEN, 2000). Características intrínsecas do produto incluem atributos externos fundamentais, tais como cor, forma, tamanho e ausência de defeitos. E alguns atributos intrínsecos internos, também conhecidos como atributos sensoriais, que incluem a textura, doçura, acidez, aroma e sabor. Estes atributos são percebidos pelos sentidos humanos, os quais são fortemente influenciados pelas características, físicas e físico-químicas dos alimentos (HEWETT 2006; GADZE et al., 2011). Os atributos extrínsecos de qualidade referem-se principalmente ao sistema de produção e distribuição do alimento. Esses fatores incluem produtos químicos utilizados durante a produção, tipos de embalagens e sua capacidade de reciclagem e sustentabilidade de produção. Esses fatores influenciam mais o consumidor em relação a compra ao invés da qualidade do produto propriamente dito (HEWETT, 2006).

Desta forma, é necessário em primeiro lugar garantir a qualidade em relação aos atributos intrínsecos. Para isto, são necessários ensaios que envolvam a identificação das variáveis físicas e físico-químicas que exercem maior influência sobre a aceitação sensorial dos frutos e a utilização de metodologias que possibilitem prever a aceitação pelos consumidores (CORRÊA, 2014). Estes atributos, estão associados com processos metabólicos específicos que são normalmente coordenados durante a maturação, ao estudá-los deve-se considerar a cultivar,

as condições de crescimento, fatores ambientais, estágio de maturação dos frutos e ambientes de armazenamento (VALERO; SERRANO, 2013). Além disso, é importante considerar o conjunto destes atributos, pois são pouco representativos da qualidade de um produto, se forem considerados isoladamente (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Dentre os atributos que definem a qualidade do fruto da goiabeira são a firmeza e a coloração do fruto, que são os indicadores de qualidade e maturação dos frutos, os teores de sólidos solúveis (SS), que proporcionam melhor sabor e maior rendimento na elaboração de produtos industrializados; a acidez titulável, (AT) que é utilizada na classificação da fruta pelo sabor; a relação SS/AT, que indica o índice de maturação da goiaba, o pH, que tem sua importância variada conforme a finalidade e o teor de ácido ascórbico que indica a qualidade nutricional (PAIVA et al., 1997; FERNANDES e SOUZA, 2001; LIMA et al., 2002; GOUTAM et al., 2010; HONG et al., 2012).

A firmeza dos frutos é frequentemente o primeiro atributo de qualidade observado pelo consumidor, e é portanto, extremamente importante na aceitação geral do produto (HONG et al., 2012). A redução da firmeza da polpa é decorrente, da perda da integridade da parede celular, composta por celulose, hemicelulose e pectina, além da degradação do amido e a perda de turgor (SEYMOUR, 1993). A goiaba é muito rica em pectina, a qual tem seus teores reduzidos em termos de pectinas total e solúvel durante o amadurecimento (DHINGRA et al., 1983; DHILLON et al., 1987; LINHARES et al., 2005; PEREIRA et al., 2015).

A coloração é um dos aspectos mais atrativos para o consumidor sendo predominante na sua preferência (BRUNINI et al. 2004). Os pigmentos vegetais, com destaque são as clorofilas, carotenoides e antocianinas. Goiabas contêm carotenóides em grandes quantidades, além disso contém polifenóis na forma de flavanoides, as duas principais classes de pigmentos antioxidantes, o que confere ao fruto elevados índices de antioxidantes entre os alimentos de origem vegetal (GUTIÉRREZ et al., 2008). Como estes pigmentos produzem a cor nos frutos, goiabas de polpa vermelhas tem mais valor potencial como fonte de antioxidantes do que as de polpa branca (HASHIMOTO et al., 2005).

Os sólidos solúveis (SS) representam os compostos solúveis em água presentes nos frutos, como açúcares, vitaminas hidrossolúveis, ácidos, aminoácidos e algumas pectinas. O teor de SS é dependente do estágio de maturação no qual o fruto é colhido e geralmente aumenta durante a maturação pela biossíntese ou degradação de polissacarídeos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os açúcares presentes em goiaba são frutose, glicose e sacarose (SEYMOR et al., 1993; ADSULE; KADAM, 1995; BULK et al., 1997; MANICA et al., 2000;).

A acidez titulável de um fruto é dada pela presença dos ácidos orgânicos. O teor desses ácidos tende a diminuir durante a maturação devido à oxidação dos ácidos em decorrência da respiração (BRODY, 1996). Em goiaba, a acidez é devida, principalmente, à presença de ácido cítrico e málico, e em menores quantidades, dos ácidos galacturônico e fumárico (CHAN e KWOK, 1976), podendo a acidez variar de 0,24 a 1,79 g de ácido cítrico. 100g polpa<sup>-1</sup> (GEHARDT et al., 1997), o que permite classificá-la como sendo de sabor moderado e bem aceito pelo consumo fresco.

A relação entre SS e AT, também chamada de ratio, fornece um indicativo do sabor do fruto, pois relaciona a quantidade de açúcares e ácidos presentes. Esta relação tende a aumentar durante a maturação, devido ao aumento nos teores de açúcares e à diminuição dos ácidos. Segundo Reyes et al. (1976) a relação SS/AT para goiabas verdes é de 7,3, enquanto que as verde-maduras apresentam relações em torno de 7,8 e 16,5, respectivamente. Azzolini (2002) e Ojeda (2001), também observaram o mesmo comportamento para goiabas ‘Pedro Sato’.

A goiaba é uma excelente fonte de ácido ascórbico, apresentando teores entre 80 e 372 mg. 100<sup>-1</sup>g (SEYMOUR et al., 1993; GOUTAM et al., 2010). O total de ácido ascórbico na goiaba é influenciado pela condição climática, temperatura, umidade do solo, cultivo e variedade (CHITARRA e CHITARRA 2005). Danos mecânicos, apodrecimento e senescência promovem a desorganização da parede celular promovendo a oxidação do ácido ascórbico, provavelmente devido a presença das enzimas polifenoloxidase e ácido ascórbica oxidase (MOKADY et al., 1984).

### **3.5.Compostos bioativos e atividade antioxidante**

Atualmente os consumidores estão cada vez mais exigentes em termos de melhor qualidade, alimentos mais saudáveis, com boas características nutricionais a fim de garantir a sua segurança alimentar (ANDRÉS et al., 2016). O consumo regular de compostos bioativos presentes em frutos e hortaliças tem sido fortemente associado com um risco reduzido de câncer, doenças cardiovasculares, acidente vascular cerebral, diabetes, doença de Alzheimer, cataratas, e alguns dos declínios funcionais associados com a idade (DAUCHET et al., 2006; COSTA et al., 2013).

Polifenóis, vitamina C, carotenoides, tocoferóis, caseína fosfo-péptidos e certos minerais podem proteger as células humanas de danos oxidativos através de uma variedade de mecanismos complementares e sinérgicos (ZHANG et al, 2014). Em alimentos, substâncias como os polifenóis protegem contra a oxidação de ácidos graxos insaturados, e outros processos

oxidativos, que conduzem a sabores desagradáveis e para a formação de componentes químicos indesejáveis causando alterações nutricionais e deterioração dos alimentos (EKLUND et al., 2005).

Carotenoides são pigmentos lipossolúveis, amarelos, laranjas e vermelhos, presentes em muitos frutos e hortaliças. Em plantas superiores, estão localizados em organelas subcelulares (cloroplastos e cromoplastos) (KURZ et al., 2008). Esses compostos são responsáveis pelas cores do amarelo ao vermelho de frutas, hortaliças, fungos e flores (MALDONADO-ROBLEDO et al., 2003), utilizados comercialmente como corantes alimentícios e em suplementos nutricionais (FRASER; et al., 2004). Os carotenoides são também, pigmentos responsáveis pela cor de muitos frutos, hortaliças, temperos e ervas (AGOSTINI-COSTA et al., 2003). Durante o amadurecimento dos frutos, estes pigmentos podem já estar presentes, tornando-se visíveis com a degradação da clorofila ou podem ser sintetizados simultaneamente com a sua degradação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os compostos bioativos naturais têm recebido muita atenção recentemente, devido às suas propriedades antioxidantes. O interesse crescente em antioxidantes naturais de origem vegetal também é devido ao fato de que estudos epidemiológicos têm indicado, embora com alguns resultados controversos, que a ingestão de compostos fenólicos está associada a um menor risco de problemas de saúde relacionados com a idade, incluindo o câncer. A atividade antioxidante está diretamente relacionada com a estrutura química destes compostos e têm o potencial de estabilizar radicais livres (SILVA et al., 2012).

Os antioxidantes presentes em nos frutos e hortaliças incluem compostos fenólicos (ácidos fenólicos, flavonoides), vitaminas (C, E) e os carotenoides, variam em função do tipo, da variedade e do grau de maturação do vegetal, bem como das condições edáficas e climáticas (SILVA, 2013). Entre os antioxidantes naturais, compostos fenólicos compõe o maior grupo e têm recebido atenção considerável por seu papel protetor contra doenças degenerativas. Fenólicos se pensa atuarem como agentes anticancerígenos, antimicrobianos, anti-mutagénicas e anti-inflamatória, bem como auxiliam na redução de doenças cardiovasculares (KOOLEN et al, 2013; CARVALHO-SILVA et al, 2014; BATAGLION et al, 2014; BERTO et al., 2015).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-colheita do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (LBTPC/CCA/UFPB), localizado no município de Areia – PB.

### **4.1. Localização das plantas**

Os frutos de goiaba ‘Paluma’ foram colhidos manualmente no período da manhã, no estágio de maturação comercial, caracterizado com a coloração da casca verde claro predominante. Esses frutos foram oriundos de plantio comercial, conduzidos sob manejo convencional, na propriedade Macaquinhos, município de Remígio-Paraíba, inserida na microrregião de Esperança, com altitude de 470 m. O clima do município é do tipo As’, que significa quente e úmido pela classificação de Köppen (BRASIL, 1972), com pluviosidade caracterizada no período de março a junho. A temperatura do ar média de 24 °C a 24,5 °C, e a umidade relativa do ar entre 70 e 80%.

Ao chegar ao laboratório os frutos foram novamente selecionados quanto a coloração, após esse processo foram lavados com água corrente e foram imersas em solução de hipoclorito a 100 ppm por um minuto, e postas para secar.

### **4.2. Preparo da Fécula de Mandioca**

A fécula de mandioca (*Manihot esculenta*) da variedade ‘Pernambucana’ foi produzida no LBTPC. A mandioca foi lavada com água corrente e sanificada. Em seguida foram cortadas com facas de aço inox sanificadas e trituradas com auxílio de liquidificador e água destilada até consistência pastosa. Posteriormente, a pasta foi posta em tecido virgem de malha fina até a separação total do amido. A água de lavagem foi deixado repousar por tempo suficiente para que o amido decante sob refrigeração a 12 °C. Logo após foram realizadas 4 lavagens até a água sobre a fécula tornar-se translúcida. Em seguida a umidade foi removida, com o auxílio de papel-toalha, e a conclusão da secagem em estufa à 45 °C até atingir aspecto sedoso seco ao tato. Foi determinado o teor de umidade residual de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2005).

A concentração da solução de fécula para recobrimento das goiabas foi calculada ajustando-se ao volume total de água diluente à umidade da fécula confeccionada. Sendo, então, preparados soluções a 2,0 % e 3% (m/v), através da geleificação do amido pelo

aquecimento até 70 °C, sob constante agitação, sendo posteriormente resfriada para o recobrimento das goiabas.

#### **4.3. Obtenção do Óleo de Macaíba**

Para a obtenção do óleo da amêndoa de macaíba foram coletados frutos maduros em plantas de ocorrência natural, localizadas no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB). Os frutos foram levados ao laboratório, onde foram lavados para a retirada de qualquer resíduo presente na casca. Logo após secos, foram quebrados para a retirada das amêndoas, nas quais foram levadas ao Laboratório de Medidas Físicas da Universidade Federal de Campina Grande, onde o óleo foi extraído por meio de prensa, sendo centrifugado para a retirada das impurezas.

#### **4.4. Recobrimentos**

A fécula foi pesada desconsiderando a umidade residual de 41,89 %. Após a pesagem foram diluídas em 4 litros de água destilado e colocados a 70° C mantido sob agitação constante até atingir a geleificação. Em seguida foram resfriadas até a temperatura ambiente. Após as emulsões terem sido resfriado foram adicionados o óleo de macaíba e a glicerina, seguindo as concentrações descritas na tabela 1 e novamente homogeneizados.

A aplicação dos recobrimentos foi realizada pela imersão dos frutos nas soluções por 60 segundos, exceto para o controle. Após secagem ao ar sobre telas sanitizadas de aço inox, as goiabas foram acondicionadas em bandejas de poliestireno expandido e armazenados sob refrigeração ( $10,0 \pm 1,0$  °C) em estufa B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) durante 14 dias.

Foram aplicados cinco recobrimentos nos frutos de goiabeira ‘Paluma’, constando de recobrimentos a base de fécula de mandioca associada a óleo de amêndoa de macaíba e/ou glicerina antes do armazenamento dos frutos como descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Definições dos recobrimentos a base de fécula de mandioca associada a óleo de amêndoa de macaíba e/ou glicerina aplicados nos frutos de goiabeira ‘Paluma’ colhidos na maturação comercial (*Psidium guajava*).

RECOBRIMENTOS	CÓDIGO
2,0 % de fécula + 1,5 % de óleo da amêndoa de macaíba + 1,0 % de glicerina	2F+1,5O+1G
2,0 % de fécula + 2,0 % de óleo da amêndoa de macaíba + 0,5 % de glicerina	2F+2O+0,5G
3,0 de fécula + 1,0 % de óleo da amêndoa de macaíba + 0,5 % de glicerina	3F+1O+0,5G
3,0 % de fécula + 0,5 % de óleo da amêndoa de macaíba + 1,0 % de glicerina	3F+0,5O+1G
Testemunha absoluta	Controle

#### 4.5. Avaliações

**Coloração da superfície da casca e polpa:** Determinada através de três leituras em lados opostos direta no epicarpo na região equatorial dos frutos. As leituras foram realizadas com colorímetro Minolta CR- 300, com fonte de luz D 65, com 8 mm de abertura. A coordenada *L* expressa o grau de luminosidade da cor medida ( $L = 100$  = branco;  $L = 0$  = preto). A coordenada *a\** expressa o grau de variação entre o vermelho e o verde (*a\** mais negativo = mais verde; *a\** mais positivo = mais vermelha). A coordenada *b\** expressa o grau de variação entre o azul e o amarelo (*b\** mais negativo = mais azul; *b\** mais positivo = mais amarelo); C (Cromaticidade ou intensidade da cor) e °H matizes cujos ângulos 0° = vermelho, 90° = amarelo, 180° = verde, 270° = azul (CALBO, 1989);

**Índice de Cor (IC):** Após a obtenção dos parâmetros de cor (*L*, *a\** e *b\**) calcularam-se os índice de cor (IC), que indica o grau de variação verde/amarelo das amostras, de acordo com a equação proposta por Camelo (2004),  $IC = 2000 * (a^*) / L * (\sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2})$ ;

**Firmeza (N):** Foi realizada com o auxílio de um penetrômetro Magness Taylor Pressure Tester, região de inserção de 2/16 polegadas de diâmetro;



**Perda de massa:** Foi realizada através de pesagem diária, utilizando-se balança semi-analítica, A 42207c – Bel Engineering levando em consideração a massa inicial, o percentual foi obtido por diferença durante o armazenamento.

#### **Avaliações físico-químicas**

**Sólidos solúveis (SS):** Por refratometria, realizada com um refratômetro de mesa Shimadzu, expressando-se o resultado em %;

**Acidez titulável (AT - g ácido cítrico. 100g<sup>-1</sup>):** Foi determinada por titulometria com hidróxido de sódio 0,1 M utilizando-se fenolftaleína a 1% como indicador (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2005);

**Relação SS/AT:** Pela divisão do teor de sólidos solúveis pela acidez titulável;

**pH:** Realizada com um Potenciômetro digital, conforme metodologia Instituto Adolf Lutz – IAL (2005).

#### **Compostos bioativos**

**Ácido ascórbico (mg.100g<sup>-1</sup>):** Determinado por titulometria, utilizando-se 1 g da amostra em 50 ml de Ácido Oxálico 0,5%, para titulação com solução de DFI (2,6-dicloro-fenol-indofenol 0,002%) até obtenção de coloração róseo claro permanente, conforme Strohecker e Henning (1967);

**Carotenoides Totais (µg.100g<sup>-1</sup>):** Determinado por espectrofotometria a 450 nm, utilizando-se solução extratora de hexano 98,5%, conforme Higby (1962). Para cálculos foi utilizada a fórmula: Carotenoides totais =  $(A_{450} \times 100) / (250 \times L \times W)$ , onde:  $A_{450}$  = absorbância; L = largura da cubeta em cm; e W = quociente entre a massa da amostra original em gramas e o volume final da diluição em mL;

**Clorofila Total (mg.100g<sup>-1</sup>):** por espectrofotometria a 652 nm, utilizando-se como solução extratora acetona a 80% para desintegração por meio da maceração, conforme recomendação de Bruinsma (1963), calculado pela equação de Engel e Poggiani (1991): Clorofila total =  $[(x_{abs} \times 1000 \times V) / (1000 \times W)] / 34,5 \times 100$ , onde: V = volume final do extrato clorofila-acetona, W = peso da casca em gramas e  $x_{abs}$  = absorbância;

#### **Determinação da Atividade Antioxidante e Compostos Fenólicos**

**A). Obtenção do extrato fenólico:** Obtido conforme metodologia descrita por Larrauri et al. (1997), utilizou-se 1,0 g de polpa congelada em ultra freezer a -85°C, adicionando 4 mL de metanol 50%, deixando descansar por 1 hora para extração e centrifugado por 15 minutos a 9.000 rpm. Foi retirado o sobrenadante, colocando-o em tubo de ensaio graduado. Adicionou 4 mL de acetona 70% ao resíduo, deixando-se extrair por 1 hora, sendo centrifugado por 15

minutos em 9.000 rpm. O sobrenadante foi retirado e colocado junto ao primeiro sobrenadante, completando o volume para 10 mL com água destilada. Todo procedimento foi realizado no escuro. O extrato foi utilizado em até 4 dias, sendo conservado em freezer;

**B) Determinação dos Compostos Fenólicos (mg.100g<sup>-1</sup>):** Determinada de acordo com Larrauri et al. (1997). Utilizou-se uma alíquota de 100 µL do extrato fenólico da polpa, completando para 1000 µL com água destilada. Essa diluição foi acrescida de 1 mL do reagente de Folin Ciocalteau mais 2,0 mL de carbonato de sódio 20% e 2,0 mL de água destilada. Agita-se o tubo de ensaio, deixando descansar por 30 minutos ao abrigo de luz. A leitura foi realizada em espectrofotômetro no comprimento de onda a 700 nm;

**C) Determinação da Atividade Antioxidante Total - AAT (g de polpa.gDPPH<sup>-1</sup>):** Determinada através da captura do radical livre DPPH (1,1'-diphenil-2-picrilhidrazil) conforme metodologia utilizada por Dantas et al. (2013). A partir do extrato fenólico, foi preparada três diluições em triplicata (150, 200 e 250 µL) completando o volume para 1000 µL, tendo como base a curva padrão do DPPH. De cada diluição, utilizou-se uma alíquota de 100 µL para 3,9 mL do radical DPPH (0,06 mM). Como controle, utilizou-se 100 µL da solução controle (álcool metílico 50% + acetona 70%) ao invés do extrato fenólico. Para calibração do espectrofotômetro no comprimento de onda de 515 nm, utiliza-se álcool metílico PA.

### **Análise fisiológicas**

#### **Taxas respiratórias**

Após serem aplicados os recobrimentos nos frutos, estes foram acondicionados em potes de vidro dotados de entrada e saída de ar sob refrigeração a 10 °C, ligados a um sistema de ar em fluxo contínuo. As leituras tiveram início após 12 horas da aplicação dos recobrimentos, e a cada 12 horas era realizada a leitura do conteúdo de CO<sub>2</sub>. Com o auxílio de uma seringa, era retirado um volume 0,1 mL de ar contido no pote através de septo. A amostra de gás foi injetado no analisador de O<sub>2</sub>, as avaliações foram feitas a cada 12 horas, por um período de 10 dias. Após serem calculados a concentração de CO<sub>2</sub> produzidos os dados foram aplicados na formula descrita por Nakamura et al. (2003) para calcular a taxa respiratória.

$$Q=(\Delta C/100) \times (F \times 60) \times \rho \times (T_0/T)/M$$

Em que: Q= taxa respiratória (mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>); ΔC= concentração de CO<sub>2</sub> produzido (%); F= vazão do ar no fluxo contínuo (mL min<sup>-1</sup>); ρ= densidade do gás (g L<sup>-1</sup>); T<sub>0</sub>= temperatura de armazenamento (K); T= constante (=273,15); M= massa da amostra (Kg).

## Análise sensorial

Para realização da análise sensorial utilizou-se Análise Desquitiva Qualitativa (ADQ). Foram avaliados os seguintes atributos: uniformidade da cor, brilho, presença de manchas, desidratação, intenção de compra e aceitação global, para o qual oito julgadores treinados, receberam as amostras acompanhadas de uma ficha constituída por uma escala não estruturada de 10 cm, representando a intensidade em cada extremo, que varia de ausente a muito (forte), ancorada por termos descritivos (Tabela 2). A avaliação de aparência foi realizado sob luz natural, as amostras foram apresentadas em bandejas de poliestireno expandido, codificadas com três dígitos aleatórios contendo 9 frutos no total, tendo o julgador que expressar sua percepção visual através da escala.

**Tabela 2:** Definição dos descritores e referência dos extremos das escalas de intensidade na ADQ para goiaba ‘Paluma’ durante o armazenamento refrigerado a  $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $80 \pm 2\%$  U.R. sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $80 \pm 2\%$  U.R.

Descritores	Definição	Referência (escala 10 cm)
<b>Uniformidade da Cor</b>	Distribuição da coloração no fruto e regularidade de características na amostra	Desuniforme a Uniforme
<b>Desidratação</b>	Característica do fruto de murcho	Ausente a Forte
<b>Manchas</b>	Incidência de manchas que prejudicam a aparência do fruto	Ausente a Forte
<b>Brilho</b>	Aspecto brilhoso	Ausente a Forte
<b>Intenção de compra</b>	Intenção de compra com base nos descritores de aparência	Não compraria a Certamente compraria
<b>Aceitação global</b>	Aceitação com base em todos os descritores de aparência	Desgostei muitíssimo a gostei muitíssimo

### 4.6. Delineamento Experimental e Análise Estatística

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial  $5 \times 7$  (recobrimento x períodos de avaliação), para as avaliações físicas, físico-químicas, composto bioativos, atividade antioxidante, com três repetições para cada recobrimento e cada repetição sendo composta de três frutos. Para a

análise sensorial de aparência o fatorial foi de 5 x 7 (recobrimento x períodos de avaliação), sendo iniciado no primeiro dia de armazenamento, com oito repetições, sendo cada provador considerado uma repetição. As avaliações foram realizadas inicialmente a cada três dias e a partir do sexto dia de armazenamento o intervalo ficou sendo de dois dias.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Para o fator período de armazenamento (dias) e interação entre recobrimentos e tempo de armazenamento, foi aplicado análise de regressão polinomial até o segundo grau para as médias dos recobrimentos durante o tempo de armazenamento, para o fator recobrimentos foi aplicado o teste de Tukey em até 5 % de probabilidade. Foi utilizado o software Sisvar versão 5.1 para a realização das análises.

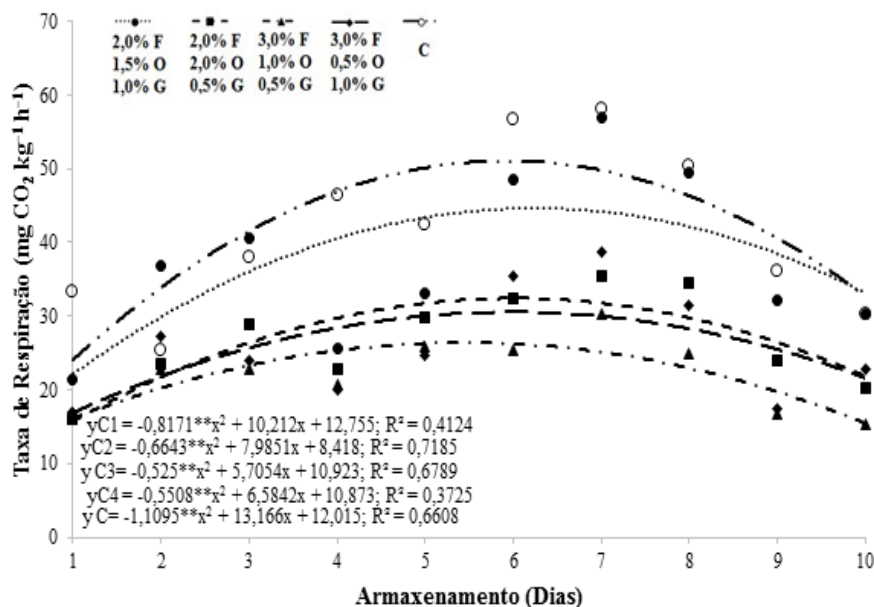
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Qualidade

A atividade respiratória de goiaba 'Paluma' aumentou até o 6º dia de armazenamento a 10 °C (Figura 1). No entanto, os frutos recobertos com 2F+1,5O+1G e controle, tiveram valores bem superiores, seguida de decréscimo para frutos de todos os recobrimentos. O aumento da taxa de respiração durante o amadurecimento de frutos climatéricos é entendido como uma resposta homeostática da mitocôndria em uma tentativa de compensar os danos causados à célula em função do aumento do metabolismo decorrente da produção autocatalítica do etileno (ROMANI, 1984).

Segundo Wills et al. (1998), a intensidade respiratória é um dos fatores determinantes na longevidade das frutas após a colheita, considerando que a respiração é um processo oxidativo das substâncias de reserva, levando o órgão a senescência. A taxa respiratória, entretanto foi reduzida em frutos recobertos com 2F+2O+0,5G; 3F+1O+0,5G; 3F+0,5O+1G. Após a colheita dos frutos, a respiração torna-se o seu principal processo fisiológico. Neste período, os frutos passam a utilizar suas próprias reservas para continuar o seu desenvolvimento, porém a energia liberada pela respiração pode ser utilizada, em alguns casos, para continuar a síntese de pigmentos, enzimas e outros materiais de estrutura molecular elaborada amarela (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

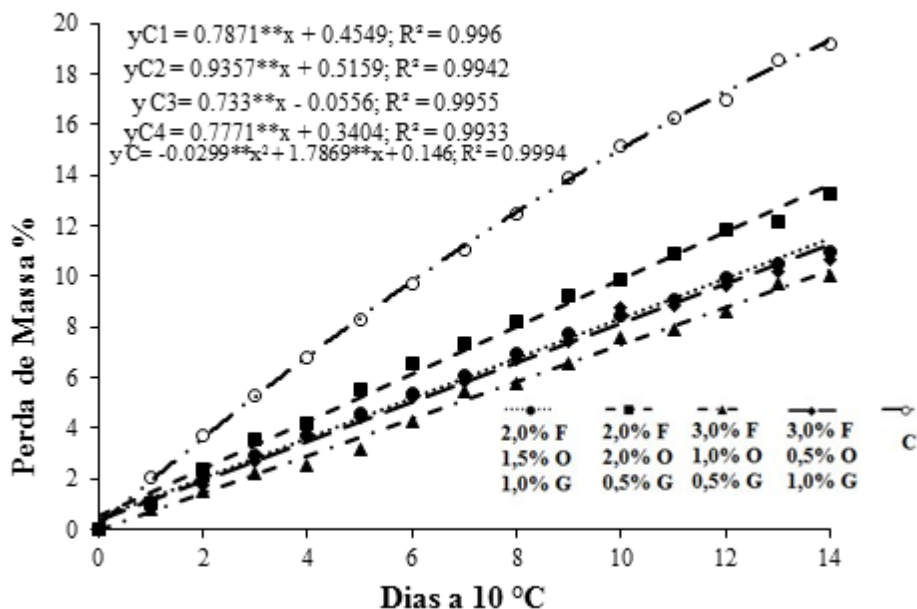
Os frutos de goiaba 'Paluma' avaliados nesse trabalho, apresentaram um padrão climatérico, devido ter ocorrido aumento da atividade respiratória durante o armazenamento, pois, por definição são considerados frutos climatéricos aqueles que apresentam aumento da atividade respiratória durante o amadurecimento (RHODES, 1980; YANG, 1985; LELIÉVRE et al., 1997), decorrente da produção autocatalítica do etileno (ROMANI, 1984). A atividade respiratória de frutos do controle, e 2F+1,5O+1G foi elevada desde o início do armazenamento, o que pode explicar a rápida mudança de cor desses frutos. Por outro lado, frutos recobertos com 3F+0,5O+1G apresentaram a menor taxa respiratória e em decorrência disso, evolução mais lenta na coloração.



**Figura 1.** Taxa de respiração de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

A perda de massa fresca de goiaba ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a 10 °C, apresentaram interação significativa entre os recobrimentos aplicados e os dias de armazenamento (Figura 2). As maiores perdas de massa foram das goiabas sem recobrimentos, atingindo 19 % de perda de massa fresca ao final do armazenamento. Essa perda foi decorrente, provavelmente, das altas taxas de transpiração e respiração resultantes da alteração do metabolismo fisiológico, pela perda de água do fruto para o ambiente (SILVA et al., 2012). A perda de massa nas goiabas sem recobrimentos foram próximos aos valores observados por Siqueira (2009) que encontrou médias em torno de 15% para goiaba ‘Paluma’ por nove dias em condição ambiente, apontado como sendo o limite para goiabas (SIQUEIRA, 2009; MANICA et al. 2000). A redução do teor de água nos frutos, tem como consequência a perda de turgescência da célula, que também contribui para uma diminuição da firmeza dos frutos, tornando os frutos mais suscetíveis às deteriorações e a alterações na cor e sabor (LINHARES et al., 2007; PERDONES et al., 2012).

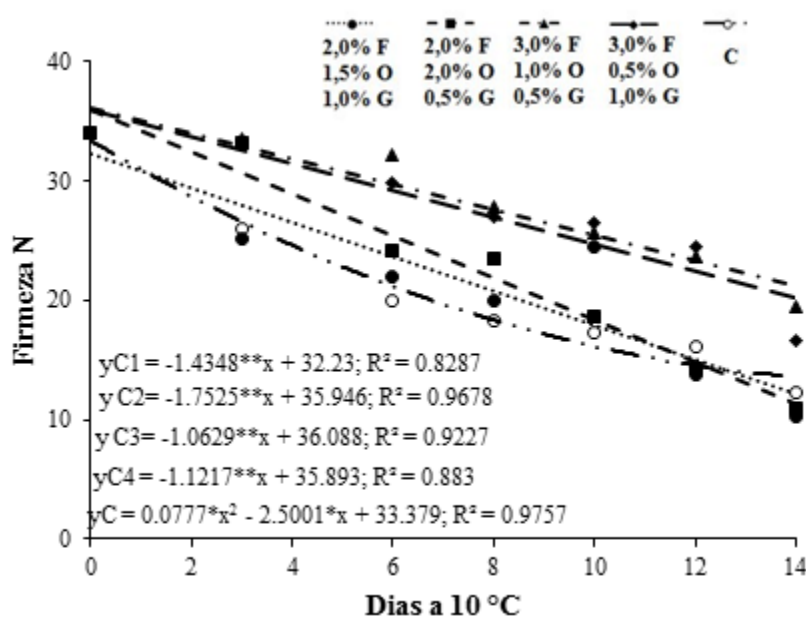
Goiabas que receberam recobrimentos, a perda foi bem menor, atingindo no máximo de 13,26 % para 2F+2O+0,5G. Os demais recobrimentos, o máximo foi de 11 % para 3F+1O+0,5G, mas a menor perda de massa foi a dos frutos do recobrimento 3F+0,5O+1G, com uma perda de massa fresca de 10 % ao final do armazenamento, da mesma forma que apresentou menor taxa respiratória. Portanto fica constatada a eficiência desse recobrimento, já que sem ele a perda de massa foi o dobro. Essa diminuição na perda de massa foi provavelmente, devido os recobrimentos formarem uma película em torno do fruto, que funciona como barreira entre, e isso faz com que ocorra uma diminuição à troca gasosa e perda de vapor de água, que altera a atmosfera e retarda o amadurecimento do fruto (PEREIRA et al., 2006; SILVA et al., 2012). Este resultado é importante, uma vez que goiabas são vendidas por unidade de massa. Corroborando com (DONG et al., 2004; ZHU et al., 2008) que tratam a perda de massa devido principalmente à perda de água causada por processos de transpiração e de respiração, e revestimento que formam uma camada transparente na superfície do fruto podem ser utilizados como uma barreira protetora para reduzir as taxas de respiração e transpiração.



**Figura 2.** Perda de massa fresca diária de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

A firmeza das goiabas ‘Paluma’ apresentou interação significativa entre os recobrimentos aplicados e o tempo de armazenamento (Figura 2). É possível observar que a firmeza declinou progressivamente ao longo do armazenamento para frutos de todos os recobrimentos, porém em menor proporção para os frutos recobertos. Os frutos recobertos com 3F+0,5O+1G mantiveram a firmeza ao final do armazenamento, ou seja, os recobrimentos mais eficazes na prevenção da diminuição da firmeza dos frutos foram sendo 3F+1O+0,5G, 3F+0,5O+1G, com firmeza de 21 N e 20 N, respectivamente aos 14 dias de armazenamento. Isso demonstra que a aplicação de recobrimento foram eficiente na manutenção da firmeza.

Esses resultados são importantes pelo fato de que a firmeza dos frutos é um dos principais atributos de qualidade julgados pelo consumidor, portanto, extremamente importante na aceitação geral do produto (HONG et al., 2012). Segundo Ali et al. (2004), a perda da firmeza durante o amadurecimento de goiabas ocorre devido à atividade de enzimas hidrolíticas, como a pectinametilesterase poligalacturonase, que promovem um intensa solubilização das pectinas constituintes da parede celular, resultando no amolecimento da polpa.



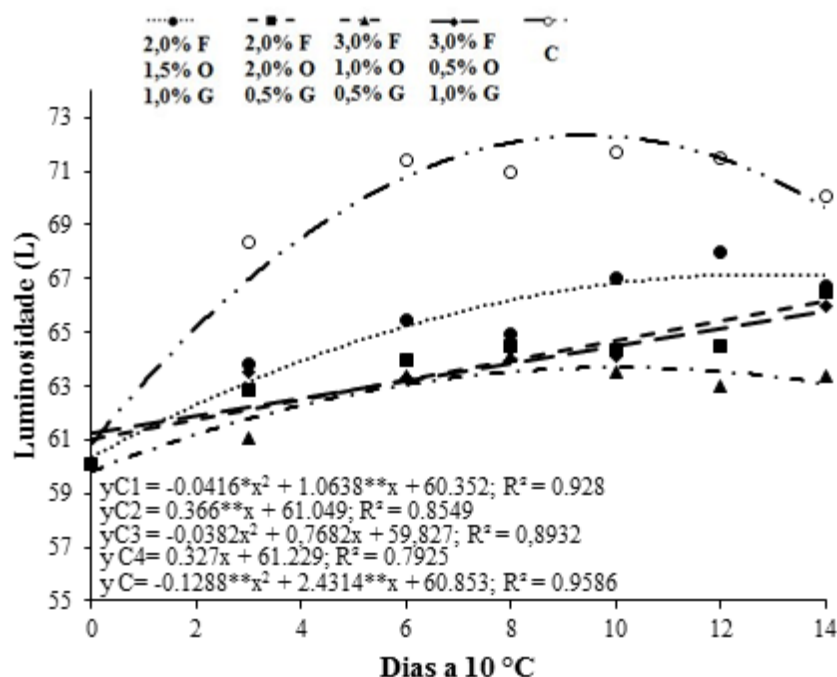
**Figura 3.** Firmeza de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

Para a luminosidade ( $L^*$ ) dos frutos houve interação significativa entre os recobrimentos aplicados nas goiabas ‘Paluma’ e os dias de armazenamento. A luminosidade trata da percepção



humana de cor, que varia de escuro (0) a claro (100), à medida que se avançava nos dias de armazenamento apresentou um rápido aumento os frutos sem recobrimento, como também para os frutos recobertos com 2F+1,5O+1G em menor proporção, só que em menor proporção. Isso se deve ao fato que a superfície dos frutos estavam se tornando mais claras, atingindo seu máximo em torno dos 8 dias de armazenamento, passando da coloração verde para a amarela. A partir do 11º dia começou a decrescer, já que os frutos estavam perdendo totalmente o brilho, em parte pela perda de umidade, que poderia ser responsável pela cor mais escura (AQUINO et al., 2015). Essas alterações na coloração dos frutos com o amadurecimento são devidas a degradação da clorofila e/ou de síntese de carotenoides, sendo esse um dos principais critérios de julgamento para o estágio de maturação (CERQUEIRA et al., 2011).

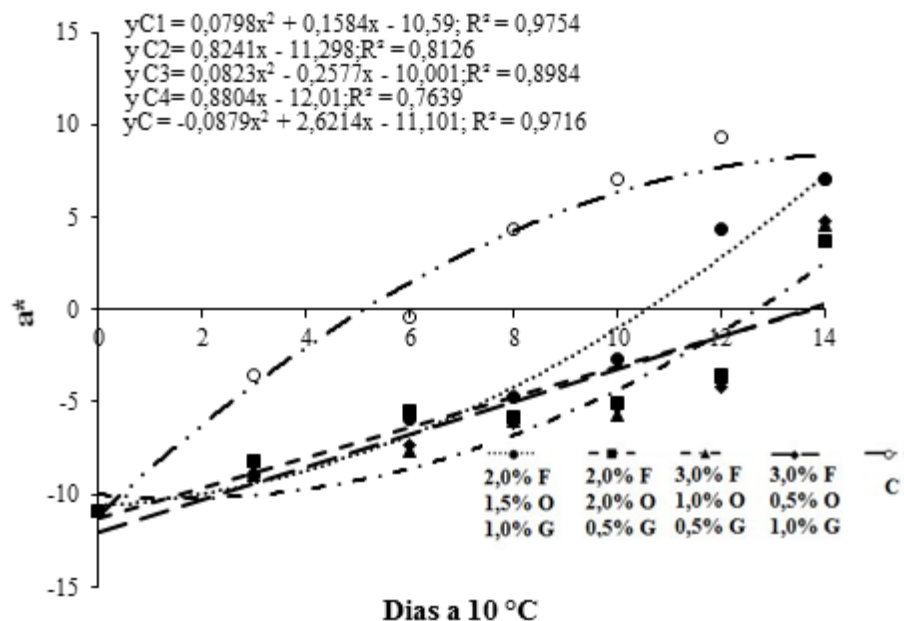
Goiabas submetidas aos recobrimentos pelas combinações de fécula de mandioca, óleo de macaíba e glicerina pelas combinações 2F+2O+0,5G, 3F+1O+0,5G e 3F+0,5O+1G demoraram mais tempo a apresentar seu pico, além de que foram bem inferiores aos ao controle e a 2F+1,5O+1G, sendo observados apenas aos 12 dias de armazenamento. A manutenção da cor através da aplicação dos recobrimentos é importante pelo fato de que coloração dos frutos é um importante atributo de qualidade, pois contribui com boa aparência e tem influência direta na preferência do consumidor (ROMALDI et al., 2007).



**Figura 4.** Luminosidade ( $L^*$ ) de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1^\circ \text{C}$  e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1^\circ \text{C}$  e  $80 \pm 2\%$  U.R.

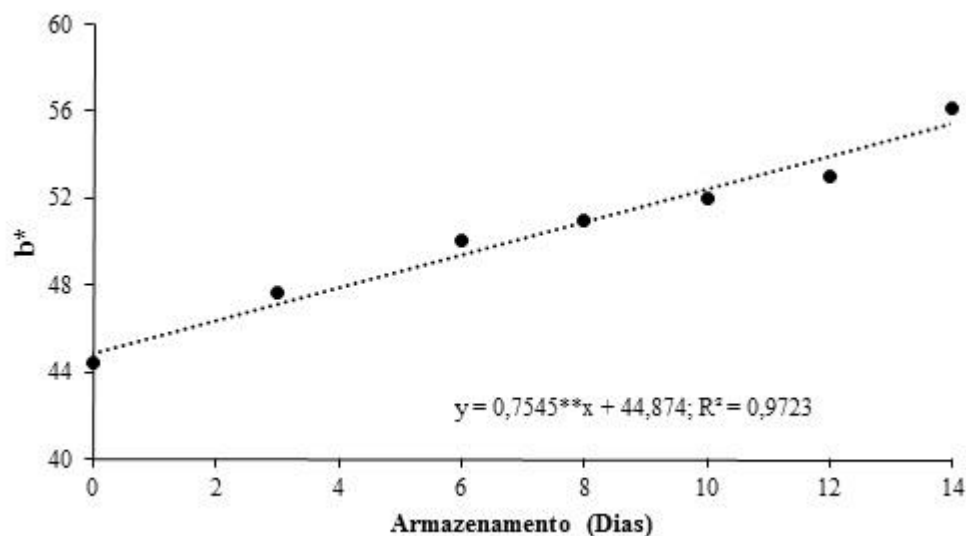
Para o parâmetro  $a^*$  (Figura 5), que caracteriza a transição entre a cor verde (-a) e a cor vermelha (+a), havendo interação significativa entre os recobrimentos aplicados nas goiabas ‘Paluma’ e os dias de armazenamento. No 6º dia de armazenamento os frutos não recobertos, apresentaram valores positivos de  $a^*$ , o que indica a perda da coloração verde da casca, e a transição para à coloração amarela. A perda da coloração verde é devido degradação de clorofila ser degradada pela atividade da clorofilase. O aumento na atividade desta enzima é geralmente associado com a produção de etileno durante o amadurecimento de frutos (TUCKER, 1993).

Frutos recobertos com 2F+1,5O+0,5G mesmo com desenvolvimento da coloração mais lento, aos 14 dias de armazenamento já apresentavam  $a^*$  próximo ao controle. Enquanto frutos dos recobrimentos 2F+2O+0,5G, 3F+0,5O+1G, 3F+1O+0,5G, só apresentaram a transição do negativo para positivo a partir dos 12º dia de armazenamento, sendo bem inferiores aos do controle e dos demais recobrimentos. portanto, os recobrimentos combinando 3% de fécula com óleo de macaíba retardaram em pelo menos 8 dias a evolução da cor verde para amarela. Assim o aumento na concentração da fécula de mandioca contribuiu para a manutenção da cor verde em goiabas ‘Paluma’. Embora o aumento da concentração de óleo de macaíba tenha retardado a evolução da coloração, o efeito das combinações de 3% de fécula com 1,5% de óleo de macaíba e 0,5% de glicerol resultou em manutenção da coloração. Esses resultados mostram que a associação de fécula com óleo de macaíba é promissor na conservação pós-colheita de goiaba, pois a cor é um importante atributo de maturação dos frutos, consequentemente a manutenção da coloração verde se torna atrativa aos consumidores (MOTTA et al., 2015).



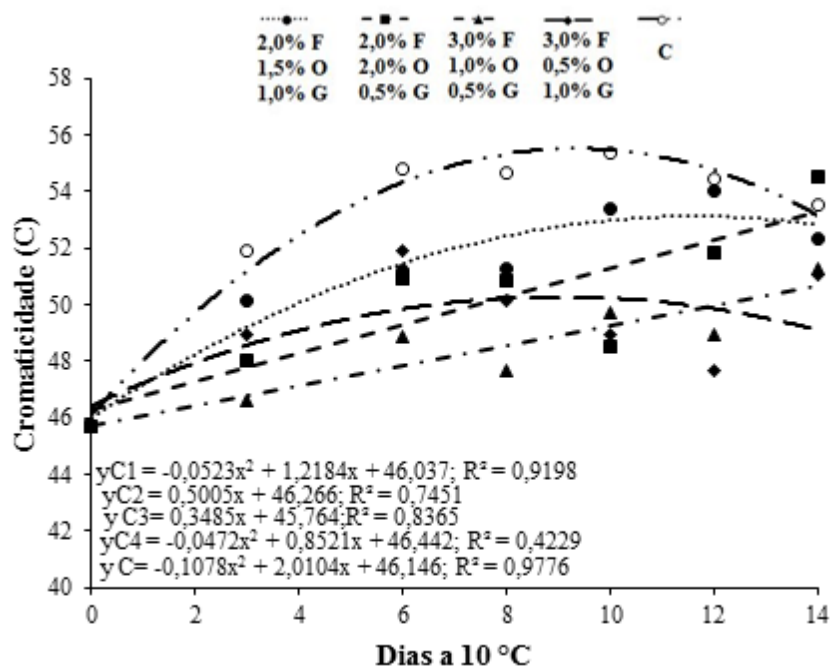
**Figura 5.** Parâmetro  $a^*$  de goiaba cv 'Paluma' armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

O parâmetro  $b^*$  (Figura 6), que corresponde a evolução da coloração amarela, não diferiu entre frutos dos diferentes recobrimentos. Entretanto,  $b^*$  sempre positivo e crescentes, não havendo interação significativa entre os recobrimentos aplicados nos frutos e os dias de armazenamento, mas que durante o período em que os frutos estavam armazenados a 10 °C, houve um aumento linear da cor amarela, em que os frutos partiram de 44,8 no início do armazenamento e atingiram 55,4 ao fim do armazenamento.



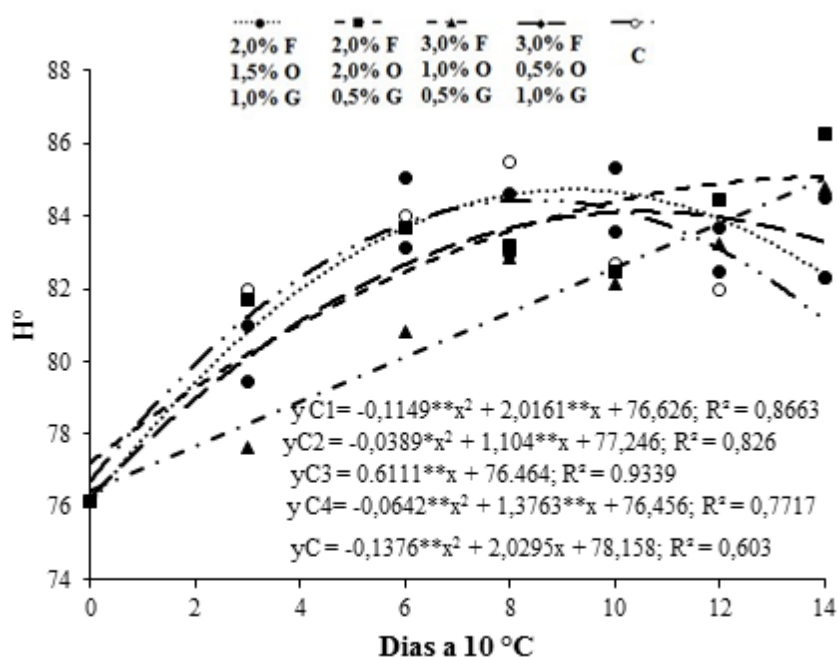
**Figura 6.** Parâmetro  $b^*$  de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1^\circ \text{C}$  e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1^\circ \text{C}$  e  $80 \pm 2\%$  U.R.

Para a cromaticidade (C), que indica a intensidade ou pureza da cor, foi observada interação significativa entre os dias de armazenamento e os recobrimentos aplicados nos frutos. Altos valores de croma mostram a variação na intensidade da cor, com maiores valores indicando cores mais vivas. Frutos recobertos apresentaram lento aumento no croma em comparação com os frutos sem recobrimentos. No entanto ao final do armazenamento, os frutos recobertos com 3F+0,5O+1G e 3F+1O+0,5G apresentaram valores inferiores de cromaticidade comparados aos outros recobrimentos, já que ainda permaneciam com a coloração da casca verde. O aumento na luminosidade, conjugado com o aumento na cromaticidade, revela que, nos frutos, à medida que passavam da cor verde para a amarela, ocorria uma redução nos pigmentos verdes (clorofila) e acúmulo nos amarelos (carotenoides) (MATTIUZ et al., 2001).



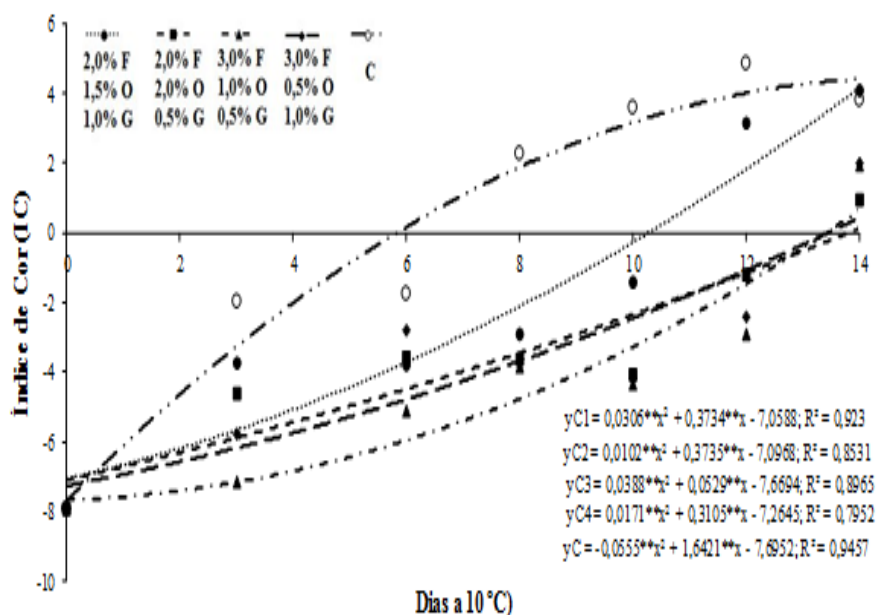
**Figura 7.** Cromaticidade C de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

Para o ângulo Hue (Figura 8), representando a transição da cor verde para o amarelo, observa-se interação significativa entre os recobrimentos aplicados com os dias de armazenamento, evidenciando que os frutos partiram de uma coloração esverdeada e atingiram a cor amarela. Comportamento distinto foi verificado para as goiabas 'Paluma', que não tiveram aplicação de recobrimentos, em que apresentaram intensa perda da cor verde com o decorrer do armazenamento, sendo que a partir do 8º a coloração dos frutos atingiram o máximo, ou seja, estavam completamente amarelos. Frutos dos demais recobrimentos apresentaram o máximo a partir do 10º dia de armazenamento. Este é um resultado relevante, uma vez que indica uma alteração característica o amadurecimento, como quebra da clorofila e desenvolvimento da coloração amarela processo que foi retardado pela aplicação dos recobrimentos.



**Figura 8.** Ângulo Hue (°H) de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

Na figura pode-se observar que houve interação significativa entre os recobrimentos aplicados e os dias de armazenamento, para o índice de cor. Onde os frutos do controle tiveram aumento significativo com o passar dos dias de armazenamento, atingindo valores positivos ao 6º dia de armazenamento, seguido pelos frutos do recobrimento com 2F+1,5O+1G, sendo que só atingiram valores positivos no 10º dia de armazenamento, enquanto que os recobrimentos 2F+2O+0,5G, 3F+1O+0,5G e 3F+0,5O+1G, apresentaram essa transição apenas no 13º dia, mostrando assim que os frutos desses recobrimentos foram eficaz em manter a coloração dos frutos ao longo do armazenamento. Com um ganho de 8 dias quando comparados aos frutos que não foram submetidos a aplicação de recobrimentos.

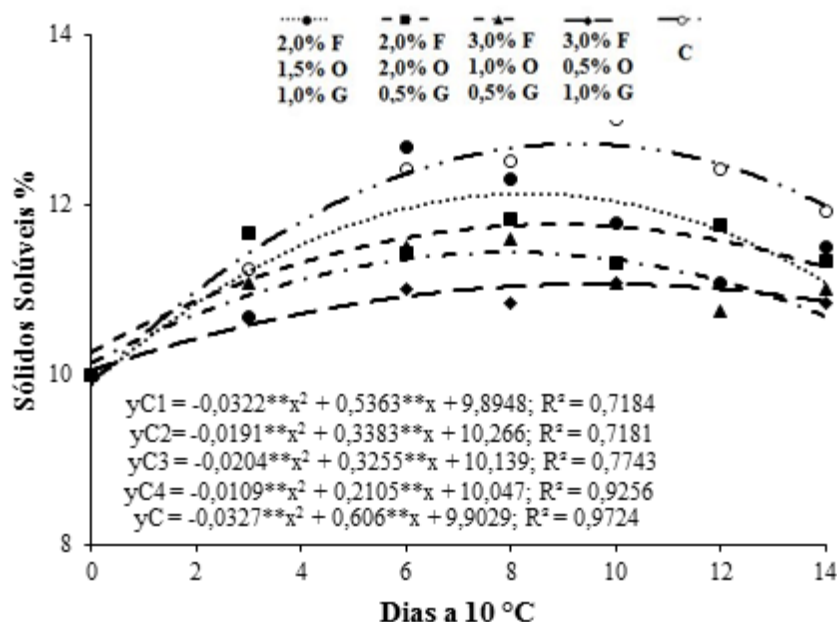


**Figura 9.** Índice de Cor (IC) de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

Para o teor de sólidos solúveis (Figura 10) foi observado interação significativa entre os recobrimentos e os dias de armazenamento, havendo diferença entre os recobrimentos aplicados. Durante o armazenamento o teor de sólidos solúveis do controle aumentou até o 8º dia de armazenamento, declinando em seguida. Um aumento de cerca de 20 % do valor inicial, foi possível ser observado nos frutos sem recobrimentos que foram os que apresentaram os maiores conteúdo de sólidos solúveis, o emprego dos recobrimentos notadamente reduziu o acúmulo de sólidos solúveis. Os valores médios de SS variaram de 10 a 13 %, mas em geral variam de 6,3 a 9,7 % para este cultivar (AZZOLINI et al., 2004; HOJO et al., 2007). Esse aumento nos sólidos solúveis, principalmente para os frutos sem recobrimentos e os frutos recobertos com 2F+1,5O+1G, provavelmente se deva a evolução da maturação, maior perda de massa fresca, conforme também reportado por Jacomino et al. (2003), Ribeiro et al. (2005) e Morgado et al. (2010).

Também foi observado comportamento similar por Jacomino et al. (2003) e Fakhouri e Grosso (2003) em goiabas, utilizando outros tipos de coberturas. Cerqueira (2007) verificou

que goiabas ‘Kumagai’ recobertas com fécula a 3% e armazenadas a 22 °C e 70% U.R por 8 dias, retardou o amadurecimento, com média de 7,17% no teor de SS, provavelmente por ter causado restrições às trocas gasosas. A aplicação de 3% de fécula de mandioca com 1% de óleo e 0,5% de glicerol resultou na manutenção dos SS.

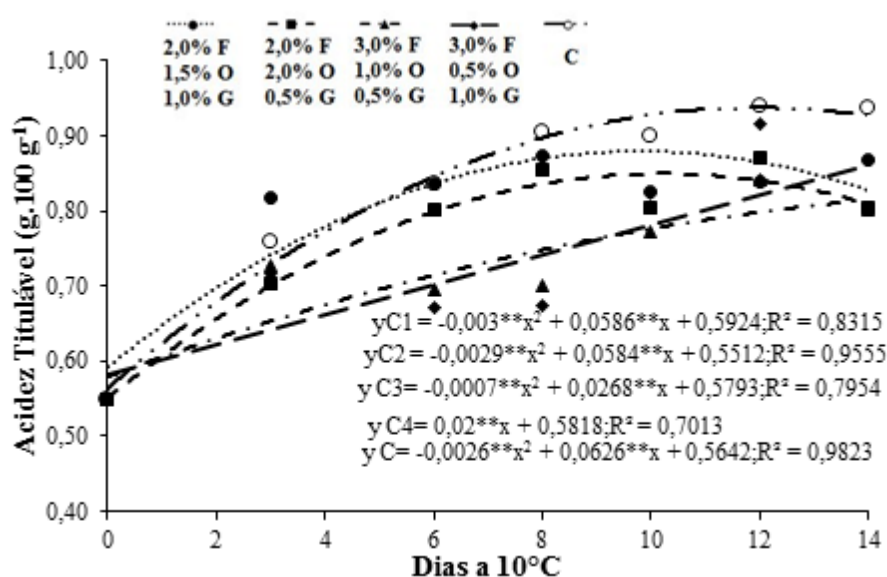


**Figura 10.** Sólidos Solúveis de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

Para a acidez titulável (Figura 11) apresentou interação significativa entre os recobrimentos aplicados aos frutos e os dias de armazenamento, sendo possível observar que goiabas não recobertas, juntamente com as recobertas com 2F+1,5O+1G, a partir do 10º dia já apresentavam seu valor máximo, enquanto que os outros recobrimentos só vieram apresentar esse aumento no final do armazenamento. O aumento da acidez em pós-colheita pode ser devido a alguns fatores, como perda de massa (SILVA et al., 2009), fermentação (LIMA et al., 2005), ou ainda pela formação de ácido galacturônico liberado na hidrólise da pectina da parede celular por meio das enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase, que é precursor para formação de vitamina C (BARRET; GONZALEZ, 1994; SHARAF; EL-SAADANY, 1996; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2006; CERQUEIRA et al., 2011).



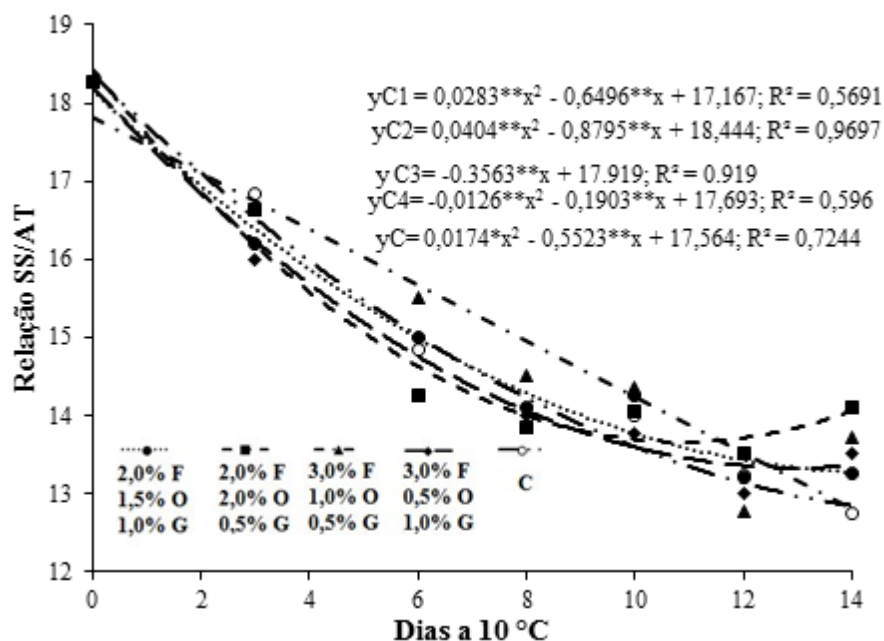
Em goiabas ‘Pedro Sato’ teores médios de acidez titulável (AT) entre 0,2 a 0,9 g de ácido cítrico por 100 gramas de polpa confere sabor moderado e boa aceitação para o consumo fresco (HOJO et al. 2007) estando a AT dentro dessa faixa de aceitação. Bassetto (2005) observou aumento da AT em goiabas ‘Pedro Sato’ nas goiabas tratadas com 1-metilciclopropeno. Jacomino et al. (2002) em goiabas ‘Kumagai’ e Lima; Durigan (2000), em goiabas ‘Pedro Sato’, também observaram um leve aumento no teor de AT, durante o armazenamento sob diferentes embalagens refrigerados a 10 °C. O incremento inicial da AT em goiabas pode estar relacionado com uma provável acumulação de ácido galacturônico, em consequência da hidrólise da pectina, por meio das enzimas PME e PG (BARRET; GONZALEZ, 1994; SHARAF; EL-SAADANY, 1996), ocasionado pela diminuição da firmeza durante o armazenamento.



**Figura 11.** Acidez titulável de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

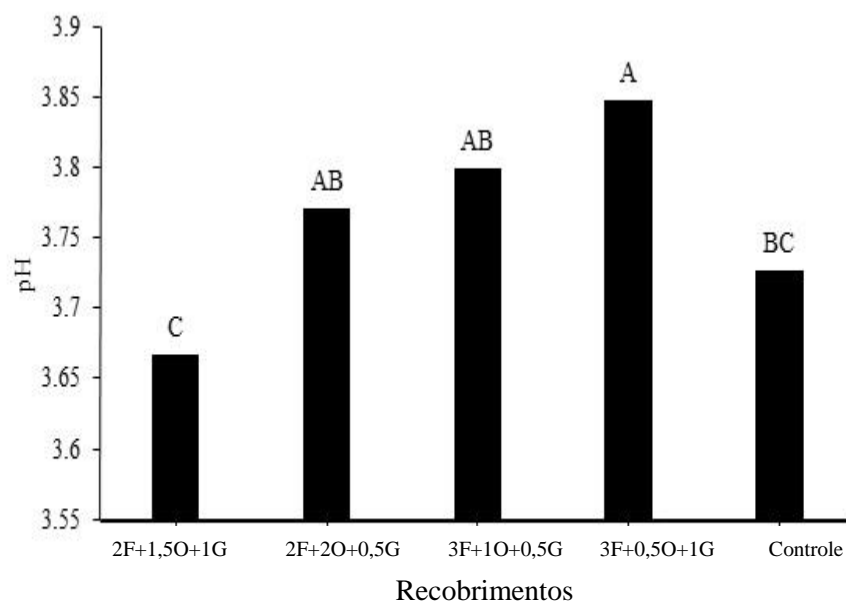
A relação sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/AT) apresentou efeito significativo na interação entre os dias de armazenamento e as combinações dos recobrimentos aplicados, mas de maneira geral, diminuiu durante o armazenamento (Figura 12). Esta redução na relação SS/AT se deve ao fato de que tanto os sólidos solúveis quanto a acidez terem aumentado com os dias de armazenamento. A Relação SS/ AT é um dos índices utilizados mais

para determinar a maturação e a palatabilidade dos frutos, pois é um indicativo do sabor (RAMOS et al., 2011).



**Figura 12.** Relação SS/AT de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

O pH das goiabas ‘Paluma’ submetidas aos recobrimentos não apresentaram interação significativa entre os recobrimentos e os dias de armazenamento, tendo sido observado apenas efeito isolado dos recobrimentos (Figura 13). O recobrimento cujos frutos apresentaram o maior valor para pH foi o 3F+1O+0,5G diferindo do controle e dos recobertos com 2F+1,5O+1G, que apresentou os menores valores de pH. O pH retrata a concentração de  $H^+$  na polpa dos frutos. Segundo Manica et al. (2001), os índices mais satisfatórios para pH devem estar entre 3,6 a 4,1, estando esses valores de acordo aos encontrados neste experimento.



**Figura 13.** pH de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

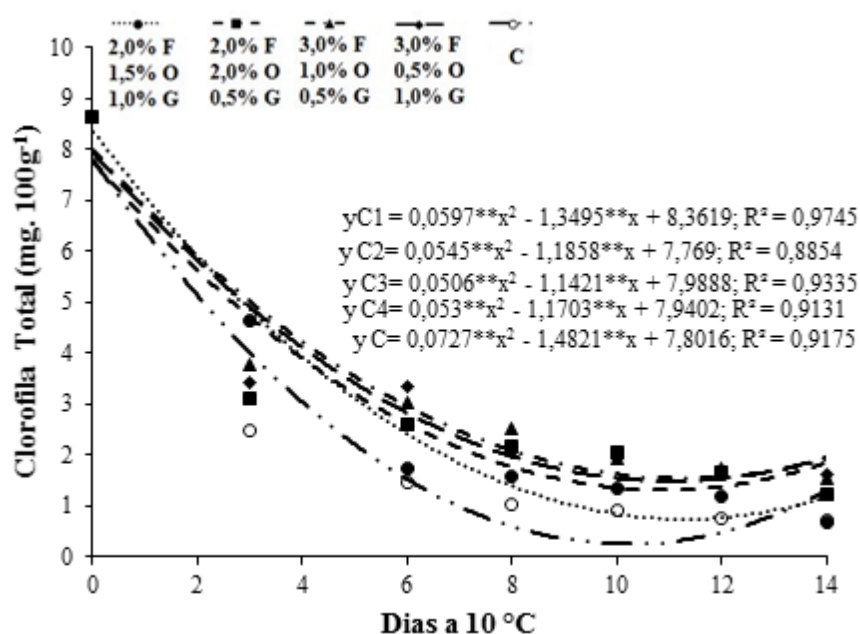
## 5.2. Compostos bioativos e atividade antioxidante

A perda de clorofila total em resposta aos recobrimentos aplicados em goiabas ‘Paluma’ na maturidade comercial são apresentados na Figura 14. Estes resultados indicam a degradação ao longo do armazenamento. O teor de clorofila de goiabas inicial foi de  $8,6 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  esse que diminuiu com o tempo de armazenamento, chegando a  $0,7 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  para goiabas do controle ao final do armazenamento. Ao passo que o teor de clorofila de goiabas submetidas aos recobrimentos, apresentaram uma média de  $1,5 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , ao final do armazenamento.

O desaparecimento da clorofila causa mudança na coloração da casca dos frutos, essa degradação é devida à ação combinada de clorofilases, sistemas oxidativos e redução do pH, pela liberação de ácidos orgânicos (DRAETTA et al., 1995), como também à manifestação de acúmulo dos carotenoides, que é evidenciado pelo aumento nos valores dos parâmetros de cromaticidade,  $a^*$  e  $b^*$ , como claramente observado na coloração dos frutos neste trabalho

É provável que a modificação da atmosfera promovida pelos recobrimentos tenha influenciado na degradação da clorofila, mantendo as goiabas mais verdes que o controle. Recobrimentos podem diminuir a permeabilidade da casca, modificar a atmosfera interna e diminuir a taxa respiratória (BAI et al., 2003). Desta forma, a modificação da composição

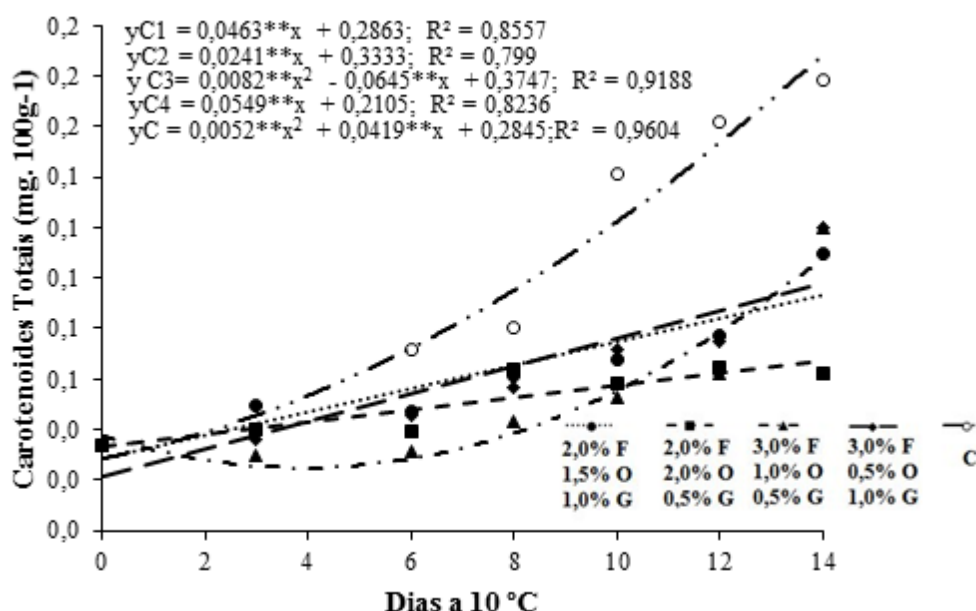
gasosa afetou diretamente os processos responsáveis pela degradação da clorofila (CERQUEIRA et al., 2011). Wills et al. (1981) relataram que a degradação da clorofila está associada não só a alterações dos ácidos e do pH, como também ao aumento dos processos oxidativos. Revestimentos com 50% e 100% de cera podem ter exercido efeitos benéficos na permeabilidade da casca, alterando as trocas gasosas (AMARANTE; BANKS, 2001), e ao reduzir os processos oxidativos, contribuíram positivamente para a manutenção da cor verde. Em goiabas indianas cv. Lucknow-49, Jam et al. (2001) observaram que o conteúdo de clorofila diminuiu de 1,45 mg/100 cm<sup>2</sup> de fruto em goiaba verde-escura para 0,33 mg/100 cm<sup>2</sup> em goiabas totalmente maduras.



**Figura 14.** Clorofila Total de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

Para os carotenoides totais (Figura 15) observou-se um aumento nos conteúdos na polpa de goiaba ‘Paluma’ submetidas a recobrimentos, tendo apresentado interação significativa com os dias de armazenamento. Frutos sem recobrimentos (controle) apresentaram os maiores valores de carotenoides, mostrando claramente avanço na maturação em comparação com frutos dos demais recobrimentos.

Em geral, em frutos tropicais, o teor de carotenoides totais aumenta durante o amadurecimento, como em laranja (ROTSTEIN et al., 1972) e carambola (GROSS et al., 1983). Os teores obtidos de carotenoides neste trabalho estão na faixa de concentração reportado por Rodriguez Amaya et al. (2008) para a goiaba. Valores elevados de carotenoides são desejados por estes compostos apresentam propriedades antioxidantes, sendo conhecidos por reagirem com o oxigênio singlete, que constitui uma forma altamente reativa do oxigênio molecular, o qual apresenta dois elétrons de spins opostos ocupando orbitais diferentes ou não. Os carotenoides são, por conseguinte, capazes de retirar do meio espécies altamente reativas (CERQUEIRA et al., 2007).



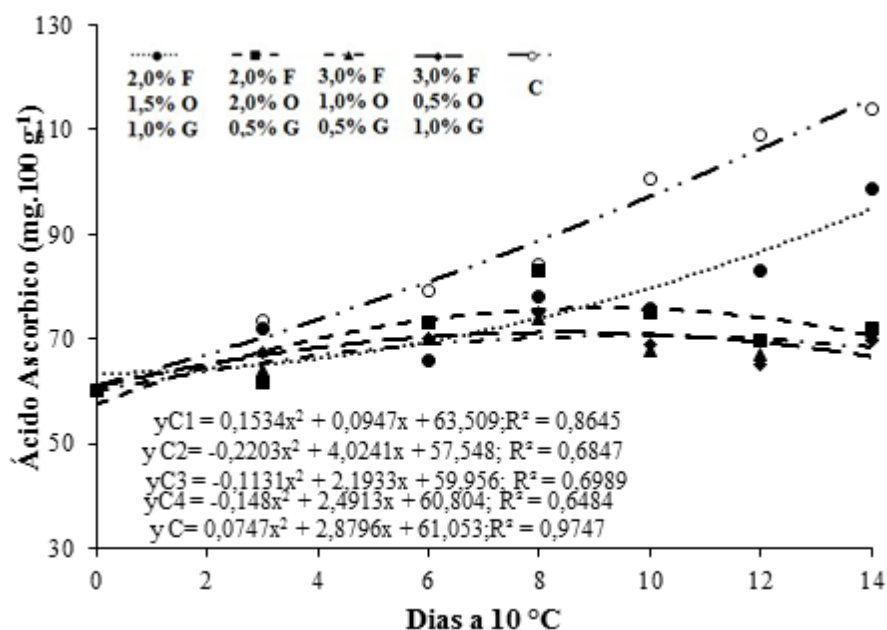
**Figura 15.** Carotenoides Totais da polpa de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1^\circ \text{C}$  e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1^\circ \text{C}$  e  $80 \pm 2\%$  U.R.

Para o conteúdo de ácido ascórbico, os frutos da goiabeira ‘Paluma’ recobertos com fécula de mandioca associado ao óleo de macaíba mostraram interação com os dias de armazenamento. Frutos do controle sem recobrimentos apresentaram aumento significativo no conteúdo de ácido ascórbico (Figura 16) com o avanço do armazenamento, iniciando com  $59,51 \text{ mg. } 100 \text{ g}^{-1}$  de vitamina C, atingindo mais de  $110 \text{ mg. } 100 \text{ g}^{-1}$ , aumentando quase o dobro. Goiabas recobertas mantiveram o conteúdo de ácido ascórbico, sobretudo as combinações com

3% de fécula, confirmando a redução na taxa metabólica, que apresentaram apenas um pequeno aumento que não ultrapassou os 70 mg. 100 g<sup>-1</sup> de vitamina C. Esse grande aumento nos frutos do controle, pode ter ocorrido em resposta algum tipo de estresse que os frutos foram submetidos durante o armazenamento, a exemplo da evolução da maturação. Esses resultados confirmam a influência dos recobrimentos sobre a redução das taxas dos processos metabólicos dos frutos que retardam a evolução da maturação.

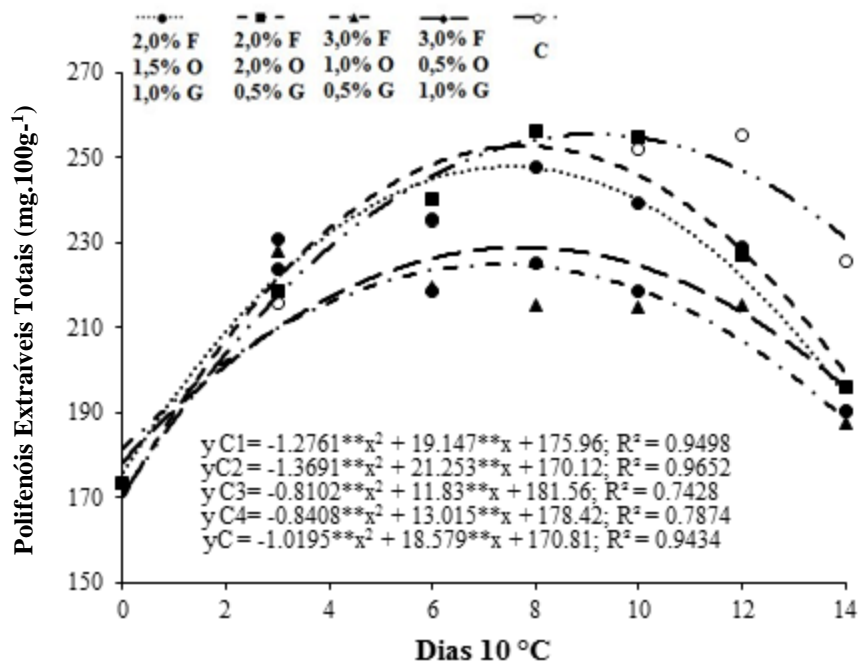
Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Oliveira e Cereda (1999), que verificaram aumento no teor de ácido ascórbico em goiabas 'Kumagai' recobertas apenas com fécula de mandioca até o oitavo dia. Jacomino et al. (2003) também reportou aumento no teor de ácido ascórbico até o oitavo dia para goiabas armazenadas em diferentes temperaturas. Jacomino et al. (2000) também observaram aumento no teor de ácido ascórbico em goiabas 'Kumagai', com os maiores teores nos frutos armazenados a 12 °C, evidenciando que o armazenamento próximo a 10 °C proporciona um aumento nos teores de ácido ascórbico.

Wheeler et al. (1998) propôs uma rota biossintética para a formação de ácido ascórbico em plantas. Eles demonstraram que a D-mannose e a L-galactose são precursores da síntese de ascorbato, segundo o autor a L-galactose pode ser sintetizada a partir da D-mannose. A manose é um açúcar presente nos polímeros da parede celular, desta forma a rota biossintética proposta, sugere que a medida em que ocorre degradação da parede celular, a manose vai sendo disponibilizada como substrato para a produção de ácido ascórbico, o que foi visto também por Vila et al. (2007) e Lima et al. (2006). O aumento nos teores de ácido ascórbico também pode estar associado à necessidade de síntese de compostos antioxidantes para uma manutenção do metabolismo dos frutos (SALISBURY; ROSS, 1992). Vila et al. (2007) estudaram biofilme de fécula de mandioca na manutenção da qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato' armazenadas a 9 °C, constataram que no armazenamento durante 20 dias, recobrimentos com (3% e 4%) proporcionaram menor evolução do conteúdo de vitamina C, os dados deste trabalho, portanto, indicam maior eficiência do biofilme em minimizar a sua perda quando combinados ao óleo de macaíba. Portanto a temperatura e o tipo de recobrimento refletem no ritmo de armazenamento e na manutenção da vitamina C.



**Figura 16.** Ácido Ascórbico de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

Na Figura 17 mostra os conteúdos de polifenóis extraíveis totais (PET) observando-se a interação significativa entre os recobrimentos aplicados e os dias de armazenamento. Nota-se um aumento quadrático para o conteúdo de PET durante o armazenamento, sendo os maiores valores observados para goiabas sem recobrimento, já para os recobrimentos 2F+1,5O+1G e 2F+2O+0,5G apresentaram aumento muito próximo ao do controle. No entanto, ao final do armazenamento esses valores declinaram e ficaram bem próximos aos demais recobrimentos, mas diferenciando do controle, os recobrimentos 3F+0,5O+1G e 3F+1O+0,5G por sua vez, mostraram aumento foi bem inferior em comparação com os demais recobrimentos. Além disso, o aumento no conteúdo dos PET foi observado aos 8 dias de armazenamento para todos os recobrimentos, corroborando com o pico de atividade respiratória e demais alterações observadas. Aumento nos teores de vitamina C, de polifenóis extraíveis totais e da atividade antioxidante foram relatados por Morgado et al. (2010) em goiabas “de vez”, armazenadas a 10 °C.



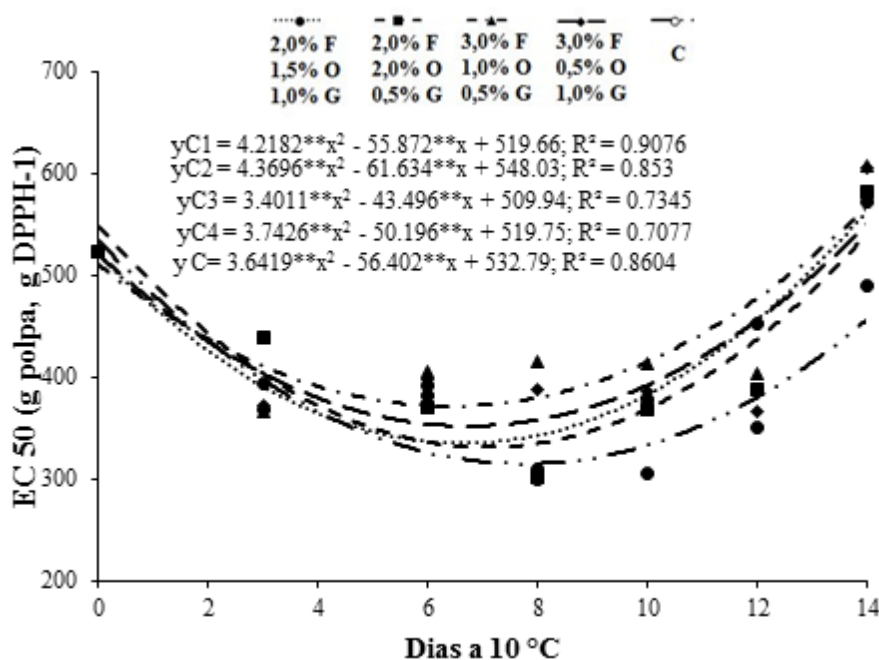
**Figura 17.** Polifenóis Extraíveis Totais de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

Para a atividade antioxidante total (Figura 18) observou-se interação significativa entre os recobrimentos aplicados e os dias de armazenamento, em que os modelos quadráticos se ajustaram para todos os recobrimentos aplicados nos frutos. A maior atividade antioxidante correspondentes aos menores valores de EC 50 foram obtidos entre os 6º e 8º dia de armazenamento para frutos de todos os recobrimentos. A partir desse ponto houve uma diminuição do EC 50, e foi quando também o controle se diferenciou das goiabas dos demais recobrimentos, atingindo menor atividade antioxidante aos 14, dias, bem do que no início do armazenamento. Goiabas submetidas aos recobrimentos, apresentaram maiores AAT a partir do 8º dia de armazenamento, indicando o efeito de proteção dos recobrimentos.

A atividade antioxidante dos frutos, expressa como concentração final do extrato necessária para inibir a oxidação do radical DPPH em 50% (IC50), foi inicialmente de 522 g polpa.g DPPH<sup>-1</sup>, com valores finais entre 489 g polpa.g DPPH<sup>-1</sup> (AM) e 607 g polpa.g DPPH<sup>-1</sup>. Quanto menor o valor de IC50 maior é a atividade antioxidante do extrato. Portanto observou-se que, no caso da goiaba recoberta com fécula de mandioca a 3%, associado com óleo de macaíba e glicerina, o 8º período foi o que apresentou a maior atividade antioxidante, com cerca






































de 342 g polpa.g DPPH-1. Com base nas considerações acima, os resultados deste trabalho sugerem que os extratos das cultivares de goiaba são potentes varredores de radicais livres e pode ser utilizado como uma boa fonte de antioxidantes naturais para alimentos, produtos farmacêuticos, médicos, e usos comerciais.



**Figura 18.** Atividade Antioxidante Total (DPPH) de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

**Tabela 03:** Evolução da maturação de frutos de goiaba ‘Paluma’ armazenados sob refrigeração ( $10 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  e 80% U.R) submetidos a aplicação de recobrimentos biodegradáveis durante 14 dias.

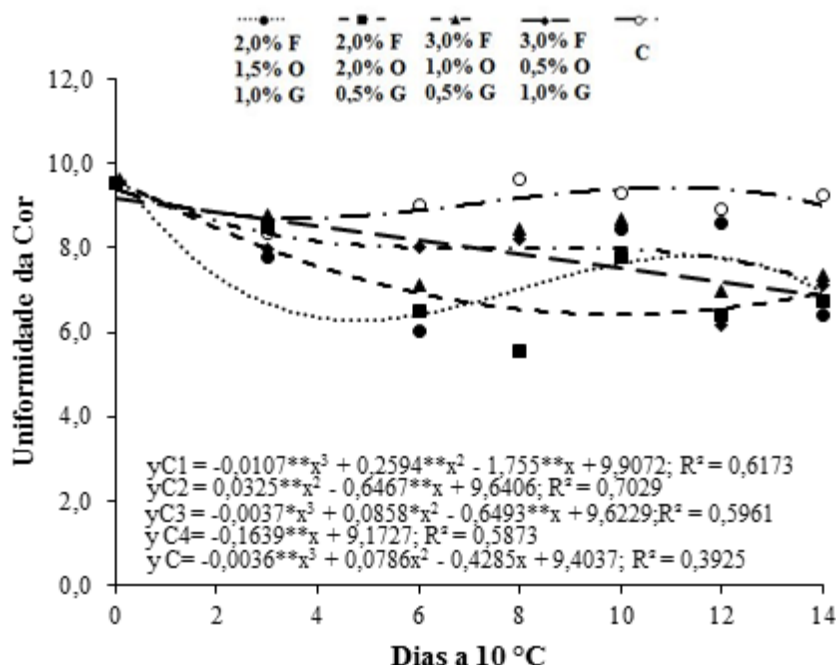
		PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)						
		0	3	6	8	10	12	14
RECOBRIMENTOS	TESTEMUNHA							
	2,0 % F 1,5 % O 1,0 % G							
	2,0 % F 2,0 % O 0,5 % G							
	3,0 % F 0,5 % O 1,0 % G							
	3,0 % F 1,0 % O 0,5 % G							

### 5.3. Avaliações sensoriais

A uniformidade de cor, apresentou interação significativa entre os recobrimentos aplicados nos frutos e os dias de armazenamento (Figura 19), onde o modelo que se ajustou foi o cubico. Nota-se que entre os recobrimentos os frutos que apresentaram maior uniformidade na mudança de coloração, foram os do controle, isso se deu devido os frutos terem atingindo

uma coloração com mais de 75% predominantemente amarela logo no 6º dia de armazenamento, e a partir desse ponto foi apenas intensificando a coloração, corroborando com o aumento de cromaticidade (Figura 7).

Frutos recobertos com 2F+1,5O+1G até o 6º dia apresentaram decréscimo na uniformidade da cor nos frutos, certamente em decorrência da pouca uniformidade do recobrimento. A partir desse ponto a uniformidade aumentou novamente, o que também ocasionado pelos frutos estarem passando na transição da coloração verde-claro para amarela e não ocorrer de forma simultânea na superfície dos frutos. Portanto a cor amarela como foi se desenvolvendo na forma de manchas, até abranger todo o fruto, como observado apenas no final do armazenamento, aos 14 dias. Comportamento similar aconteceu com frutos do recobrimento 2F+1,5O+1G e em menor intensidade 2F+2O+0,5G. Frutos dos recobrimentos 3F+0,5O+1G e 3F+1O+0,5G a uniformidade de cor foi diminuindo, de forma lenta a medida que se passavam os dias de armazenamento, não tendo apresentado um aumento como para os demais recobrimentos ao final dos 14 dias, frutos destes recobrimentos ainda apresentava a superfície da casca com a cor predominantemente verde-claro.

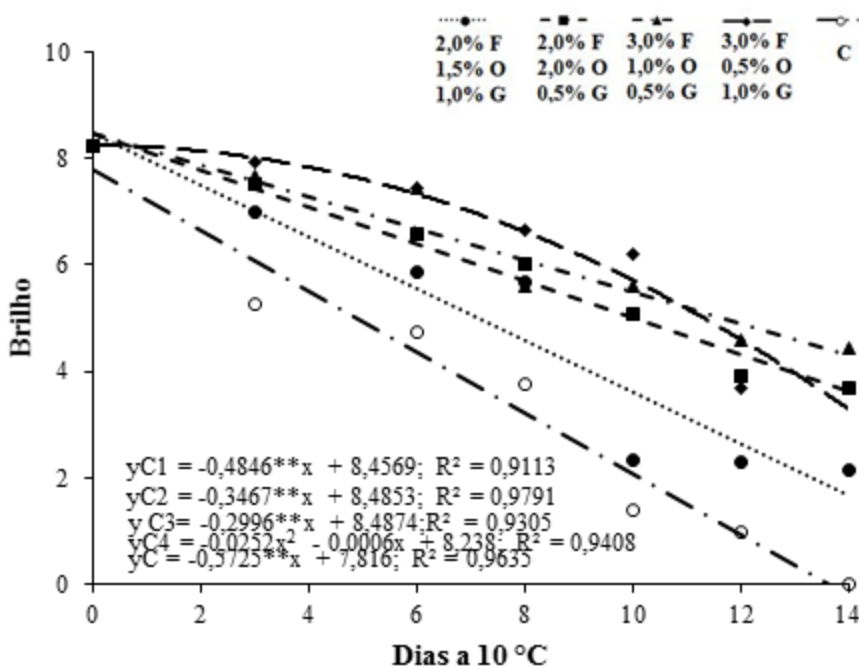


**Figura 19.** Uniformidade da cor de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de

Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1^\circ \text{C}$  e  $80 \pm 2\%$  U.R.

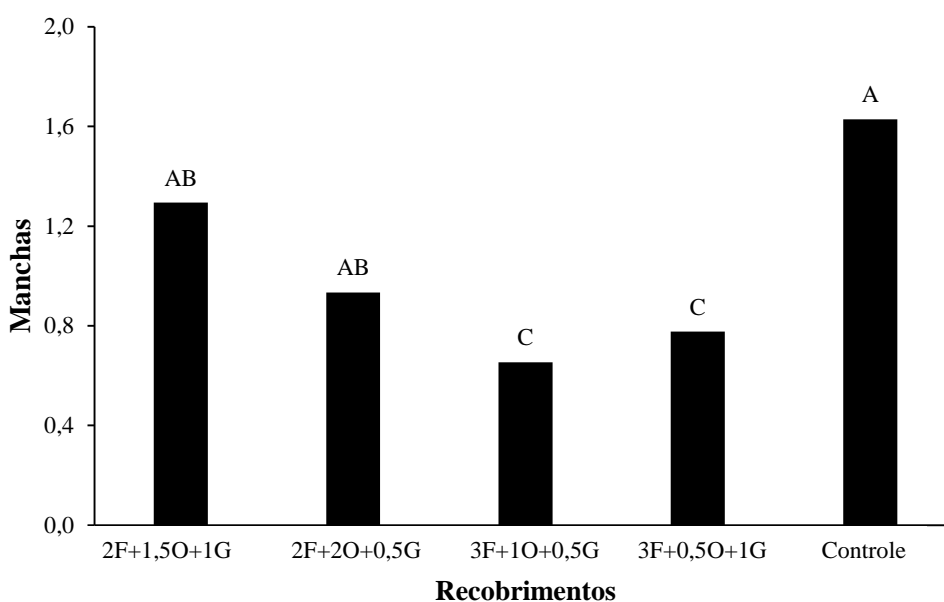
Quanto as mudanças no brilho de goiabas (Figura 20), é possível observar que o recobrimento 3F+0,5O+1G, que era a associação entre fécula de mandioca 3%, com óleo de macaíba 1% e 0,5 % de glicerina, foi o que mais manteve o brilho dos frutos ao longo do armazenamento, tendo esse se igualado aos demais com óleo de macaíba apenas no 14º dia de armazenamento, conforme representado por um ajuste no modelo quadrático. Frutos dos demais recobrimentos apresentaram um declínio de forma linear no brilho. Os frutos dos recobrimento 2F+1,5O+1G e controle perderam cerca de 20% e 90 % de seu brilho ao longo do armazenamento respectivamente. Portanto, a associação de 3% de fécula com óleo de macaíba resultou em frutos mais brilhantes

A perda de brilho é decorrente da perda de coloração verde ao longo do armazenamento, resultante do aumento da respiração, da perda de massa e de clorofila, conforme representado na análise de correlação (Figura 25) de modo que a medida que os frutos iam evoluindo para a coloração amarela, o seu brilho diminuía.



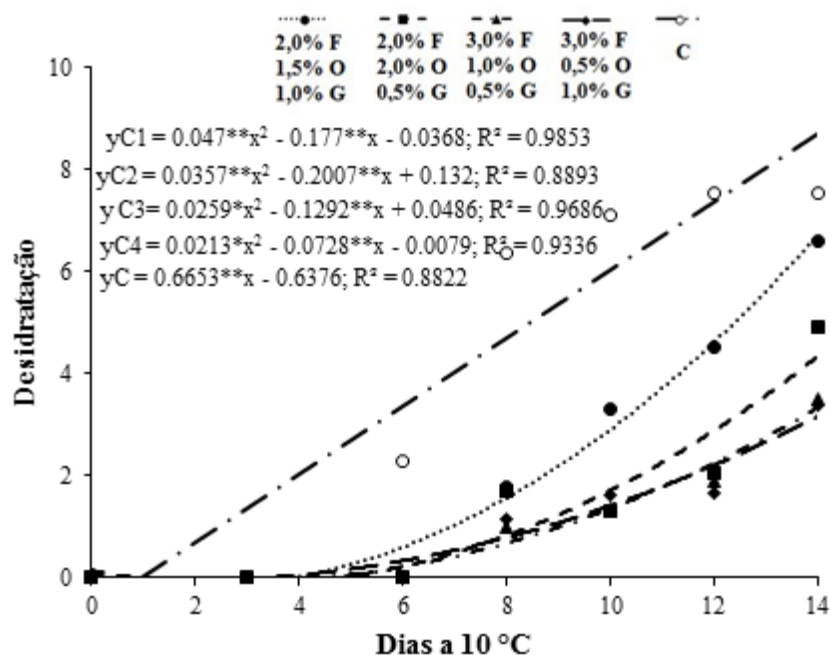
**Figura 20.** Brilho de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1^\circ \text{C}$  e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1^\circ \text{C}$  e  $80 \pm 2\%$  U.R.

Para a presença de manchas (Figura 21) nos frutos de goiaba ‘Paluma’ não houve interação significativa entre os recobrimentos aplicados e os dias de armazenamento, tendo apresentando apenas efeito isolados dos recobrimentos. Frutos dos recobrimentos 3F+0,5O+1G e 3F+1O+0,5G não diferiram entre si, tendo apresentado os menores valores para presença de manchas. Por sua vez, frutos recobertos com 2F+1,5O+1G e 2F+2O+0,5G apresentaram maior incidência de manchas, que não diferiram entre si e nem entre o controle. Estas manchas não caracterizavam queimaduras por fitotoxidade, mas sim devido ao próprio ciclo natural de desenvolvimento na coloração dos frutos.



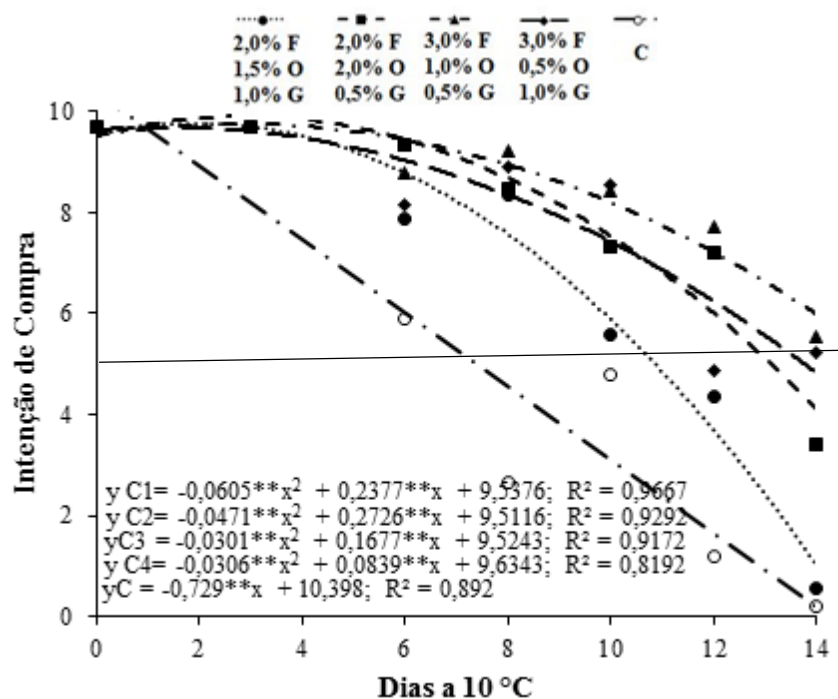
**Figura 21.** Presença de manchas de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

Para a desidratação (Figura 22) foi possível notar que os frutos do controle (sem recobrimentos) foram os que apresentaram maior perda de água, como observado para a perda de massa, ultrapassando 4% no 6º dia de armazenamento. Já os outros recobrimentos vieram apresentar início de desidratação apenas a partir do 5º dia, sendo que esses valores de perda de água, muito inferiores ao controle, mostrando, assim, a grande contribuição dos recobrimentos que foram aplicados no frutos, já que na manutenção das características sensoriais, com consequente haverá menor perda de qualidade e maior retorno financeiro.



**Figura 22.** Desidratação de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  ° C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

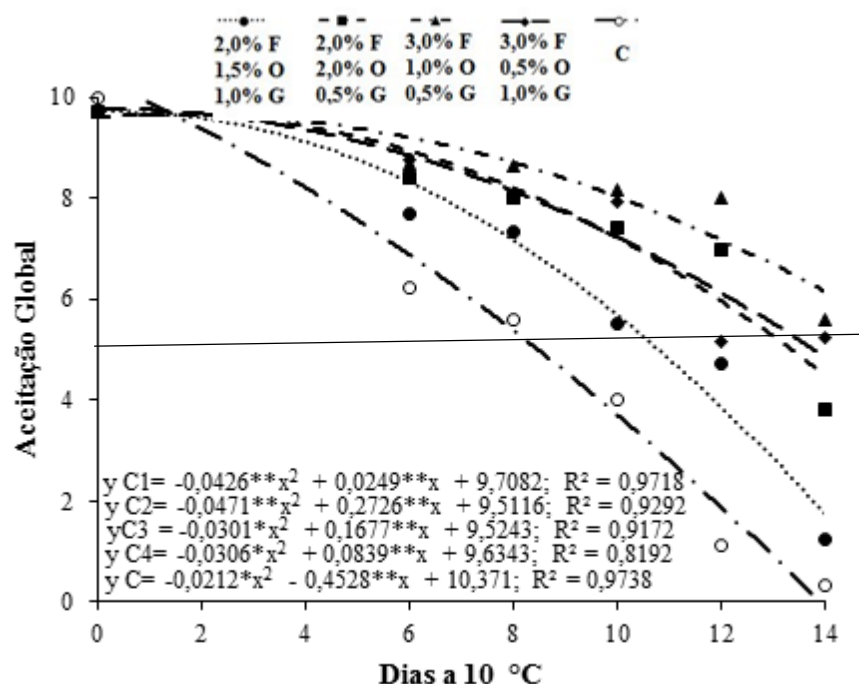
A intenção de compra (Figura 23), mostrou a interação significativa entre os dias de armazenamento e os recobrimentos aplicados, na qual os modelos quadráticos se ajustaram para os frutos sob recobrimentos, enquanto a testemunha teve um comportamento linear e negativo. Frutos recobertos ganharam mais 7 dias de vida útil em comparação com o controle, que frutos recobertos com 2F+1,5O+1G. Goiabas recobertas com 3F+0,5O+1G foram as que se mantiveram acima do limite de intenção de compra, durante os 14 dias de armazenamento, sendo o mais preferido pelos julgadores ao longo do armazenamento, próximo a esta ficaram o recobrimento 3F+1O+0,5G.



**Figura 23.** Intenção de compra de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

A aceitação global que congrega todas as características sensoriais (Figura 24), mostrou comportamento similar ao que se observou para as demais características ao longo do armazenamento. Frutos recobertos com 3F+1O+0,5G foi o de maior aceitação, seguido pelo 3F+0,5O+1G. O recobrimento 3F+1O+0,5G apresentou ganho de vida útil pós-colheita superior a 7 dias uteis com relação ao controle.





**Figura 24.** Aceitação global de goiaba cv ‘Paluma’ armazenadas sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R. na maturidade comercial sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1$  °C e  $80 \pm 2\%$  U.R.

#### 5.4. Análise de correlação

Através da análise de correlação entre a taxa de respiratória e as variáveis estudadas foi possível observar que a taxa de respiração apresentou correlação forte e positiva com a perda de massa ( $r=0,69$ ), indicando que o aumento na produção de  $CO_2$ , contribuiu para o aumento do metabolismo, uma maior perda de massa ao longo do armazenamento. Com o aumento da taxa de respiração observou-se uma diminuição da firmeza ( $r=-56$ ), indicando que o metabolismo do fruto estava acelerado. O índice de cor se relacionou positivamente com a produção de  $CO_2$ , pois conforme mostrado na (Figura 25) quanto mais amarelo estava a coloração das casca dos frutos, maior a produção de  $CO_2$  por eles produzido, sendo essa correlação positiva e alta ( $r=0,74$ ).

Para o conteúdo de sólidos solúveis a correlação com a taxa respiratória foi baixa e positiva ( $r=0,38$ ), mostrando que o aumento no teor de sólidos solúveis (SS) dependente do



aumento na produção de CO<sub>2</sub> não foi tão elevado. Para a acidez titulável (AT), por sua vez esta correlação foi alta e positiva ( $r=64$ ), foi possível observar que quanto maior a produção de CO<sub>2</sub> maior era a AT dos frutos. Por sua vez para SS/AT foi observado que essa correlação foi moderadamente negativa ( $r=-0,53$ ), já que durante o armazenamento houve um aumento tanto para os SS como para a AT, além de que a taxa respiratória se correlacionou positivamente com os parâmetros citados. Para o conteúdo de ácido ascórbico (AA) a correlação foi bem alta e positiva ( $r=0,70$ ), mostrando o aumento simultâneo destas duas variáveis, como foi observado na Figura 16, com o avanço do armazenamento de modo que, ao passo que os frutos iam completando o desenvolvimento, esse conteúdo de AA aumentava, sendo mais proeminente nos frutos sem recobrimentos, sendo observado em conjunto com a firmeza que diminuiu com o armazenamento, o que pode ser explicado já que durante o amadurecimento são degradados compostos da parede celular essenciais na formação de vitamina C. A correlação da produção de CO<sub>2</sub> com o conteúdo de clorofila mostrou seu decréscimo com o aumento da taxa de respiração, fato associado com a sua correlação positiva entre o índice de cor, indicando o grau de variação verde/amarelo, que quanto maior, mais amarela será a casca desses frutos, consequentemente irá ocorrer diminuição no teor de clorofila.

Para os carotenoides totais da polpa, observou-se um comportamento inverso ao de clorofila total, em que quanto mais CO<sub>2</sub> produzido, maior o conteúdo de carotenoides, mostrando que o alto metabolismo dos frutos representado pela elevada respiração, contribui para a síntese de pigmentos responsáveis pela coloração avermelhada da polpa. Para o conteúdo de polifenóis e atividade antioxidante a produção de CO<sub>2</sub> não mostrou correlação forte, o que indica que essa variável não exerce tanta influência nestes atributos de qualidade. Para a correlação entre as características sensoriais de aparência avaliadas, foi possível observar que o aumento da taxa respiratória provocou uma diminuição no brilho dos frutos, com uma correlação negativa e alta ( $r=-0,64$ ) fato que está relacionado, com a perda de massa e o índice de cor, uma vez que quanto mais água os frutos perdiam por transpiração e mais a coloração da casca tornava-se amarela, menos brilhante com o passar do armazenamento os frutos se apresentavam. No entanto, ao correlacionar a taxa de respiração com a desidratação comprovou-se mais uma vez essa variável estaria relacionada a perda de massa, contribuindo de forma negativa. Consequentemente, através dessas variáveis, quanto maior foi a produção de CO<sub>2</sub> menor foi intenção de compra desses produtos, o que afetou diretamente a aceitação global.

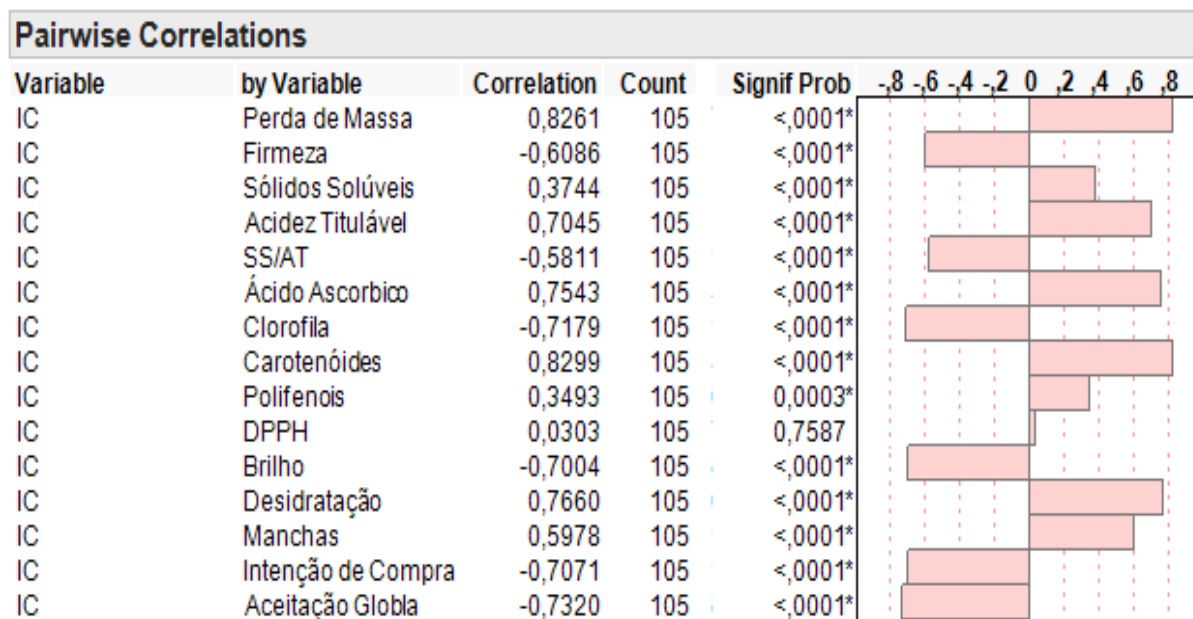


**Figura 25.** Análise de correlação simples entre a taxa respiratória e as variáveis físicas, físico-química, compostos bioativos, atividade antioxidante e aparência dos frutos de goiaba cv ‘Paluma’ submetidas ao armazenamento refrigerado a  $10 \pm 1^\circ \text{C}$  e  $80 \pm 2\%$  U.R. sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1^\circ \text{C}$  e  $80 \pm 2\%$  U.R.

A Figura 26 apresenta a correlação entre o índice de cor com a perda de massa podendo-se observar que houve correlação forte e positiva, indicando que a medida que houve evolução da coloração dos frutos do verde para o amarelo, a perda de massa fresca dos frutos foi aumentando e com o aumento desse índice de cor. Foi possível notar também que houve uma diminuição da firmeza, com uma correlação negativa e forte ( $r=-0,6$ ). Para o teor de sólidos solúveis, com a evolução da coloração observou-se um incremento nesses teores. No entanto essa contribuição foi maior para a acidez titulável como também apresentado na correlação com a taxa respiratória, que apresentou correlação forte e positiva ( $r=0,71$ ), o que fez com que a correlação entre o índice de cor e a relação SS/AT fosse forte e negativa ( $r=-58$ ), mostrando que a medida que os frutos perdiam a coloração verde e passavam a apresentar coloração mais amarelada, a relação tendia a diminuir enquanto os SS como a AT tendiam a aumentar.

O aumento no índice de cor (IC) contribuiu de forma positiva e forte para o aumento no conteúdo de vitamina C, de modo que quanto mais os frutos evoluíam na cor, ou seja, a casca

tornava-se amarelada, mais aumentava esse o IC, fato relacionado na perda de firmeza dos frutos. Com a evolução da coloração amarela, e como a perda de firmeza se caracteriza pela diminuição das estruturas da parede celular, esta degradação contribuiu na formação de compostos que vão suprir substratos para a síntese de ácido ascórbico. Comportamento inverso foi observado para a clorofila, que na medida que os frutos apresentava perda da coloração verde, o teor de clorofilas diminuiu, tendo apresentado uma correlação negativa e forte ( $r=-0,72$ ), comportamento similar ao observado para o aumento da taxa respiratória. O conteúdo dos carotenoides totais da polpa contribuiu para a evolução da cor da casca, favorecido pelo aumento desses pigmentos, mostrando que quanto mais amarelo a casca do fruto, maior o conteúdo dos pigmentos responsáveis pela coloração da polpa. Isto indica que consequentemente os frutos estariam em uma fase mais avançada do desenvolvimento, fato que está bem representado na Figura 16, no qual os maiores teores de carotenoides totais foram apresentados pelos frutos que não receberam aplicação de recobrimentos ao final do armazenamento, no estágio mais avançado de maturação. No entanto a correlação entre os polifenóis extraíveis totais e a atividade antioxidante com a evolução da cor não foi significativo, o que demonstra que não há influência da coloração para estas variáveis em goiaba. Para as variáveis sensoriais de aparência, observou-se que o brilho foi altamente influenciado pelo desenvolvimento da coloração dos frutos, de modo que quanto mais verdes eram os frutos, maior era o brilho por eles apresentados, e a medida que os frutos perdiam a cor verde consequentemente perdiam o brilho, ao passo que com essa evolução os frutos também apresentavam maior índices de manchas, como também o aspecto desidratado, o que foi correlacionado com o aumento da respiração e perda de massa e consequentemente com aumento na transpiração dos mesmo. Com isso pode-se observar também que os frutos tornavam-se ficando menos preferidos e menos aceitos, mostrando que os frutos com a coloração verde são mais aceitos, já que se apresentam mais favoráveis quando o índice de cor é menor.



**Figura 26.** Análise de correlação simples entre o Índice de cor e as variáveis físicas, físico-química, compostos bioativos, atividade antioxidante e aparência dos frutos de goiaba cv ‘Paluma’ submetidas ao armazenamento refrigerado a  $10 \pm 1^\circ \text{C}$  e  $80 \pm 2\%$  U.R. sob recobrimentos a base de Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G); Fécula de mandioca 2,0% (F) + Óleo de Macaíba 2,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 1,0 % (O) + Glicerina 0,5 % (G); Fécula de mandioca 3,0% (F) + Óleo de Macaíba 0,5 % (O) + Glicerina 1,0 % (G) e Controle (C) a  $10 \pm 1^\circ \text{C}$  e  $80 \pm 2\%$  U.R.

### 5.5. Análise de componentes principais

A Tabela 04 mostra os scores e a Figura 27 apresenta os autovetores das variáveis em relação as características de qualidade, de aparência e compostos bioativos de goiabas ‘Paluma’ submetidas a aplicação de recobrimentos a base de fécula de mandioca associado com óleo da amêndoa de macaíba e glicerina. Para a explicação satisfatória entre as diferenças nos recobrimentos dentro dos períodos, foi necessário dois componentes principais com variância acumulada de 67%, sendo composta pelos percentuais 55,3% (CP1) e 11,7 (CP2). Para estabelecer as variáveis relacionadas com os componentes principais, relacionadas aos autovetores, foi usado o critério de Jolliffe (1972, 1973).

Para o CP1 as variáveis que explicaram a variabilidade entre os recobrimentos, dentro dos períodos foram, carotenóides, clorofila, acidez titulável, vitamina c, parâmetros de coloração (L,  $a^*$ ,  $b^*$  e C), firmeza, perda de massa, brilho, desidratação, presença de manchas,

intenção de compra, aceitação global e taxa respiratória. Para o CP2 as características importantes foram a atividade antioxidante e o conteúdo de polifenóis. As demais características, tais como, sólidos solúveis e relação SS/AT e ângulo Hue, não estiveram compondo nenhum dos dois componentes, devido apresentarem autovetores muito baixos e não influenciaram na variabilidade.

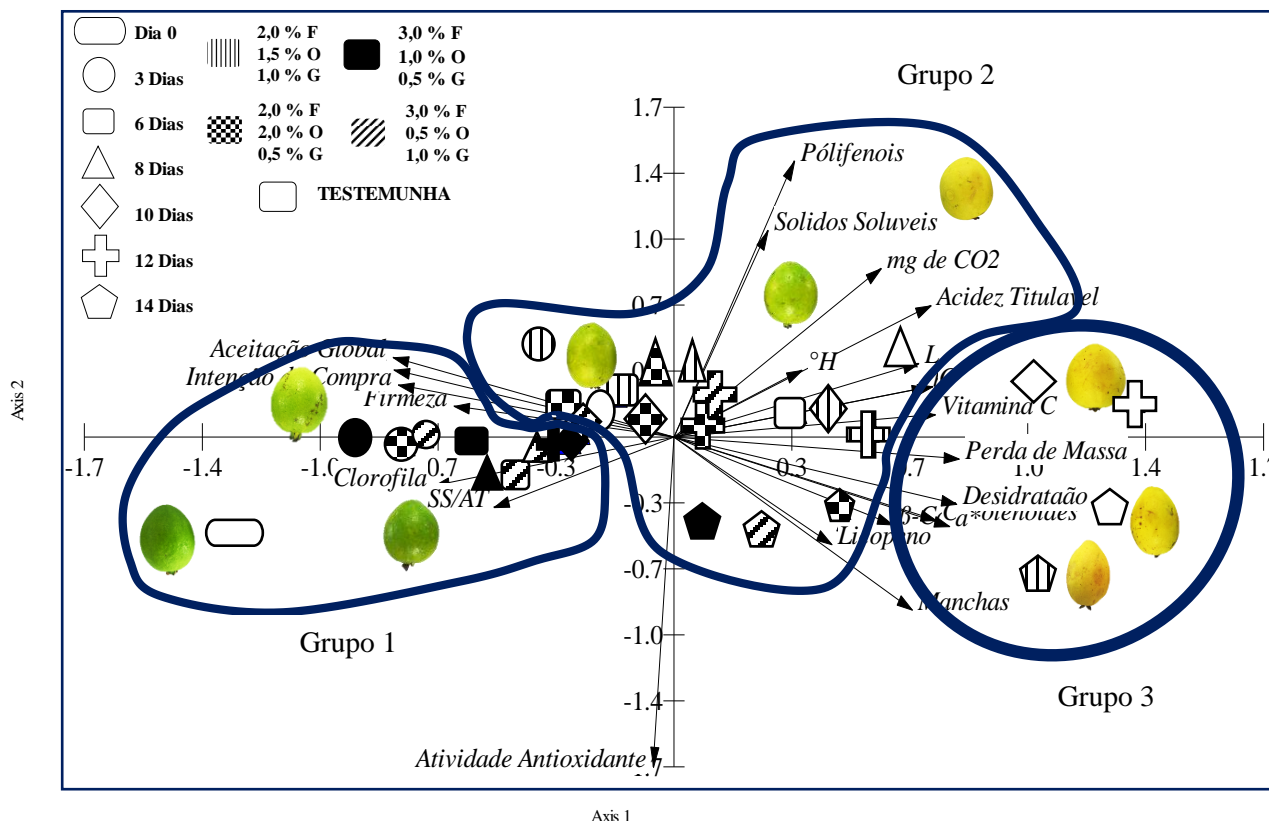
**Tabela 4:** Autovetores de dois componentes principais (CP1 e CP2) de variáveis relacionadas com a atividade antioxidante, compostos bioativos, qualidade físico-química e aparência de goiabas ‘Paluma’ sob a aplicação de recobrimentos biodegradáveis a base de fécula de mandioca associado com óleo de macaíba e glicerina em diferentes concentrações.

<b>Características</b>	<b>AUTOVETORES</b>	
	<b>CP1</b>	<b>CP2</b>
<b>Atividade Antioxidante</b>	-0,02	<b>-0,54</b>
<b>Polifenóis</b>	0,11	<b>0,45</b>
<b>Carotenoides</b>	<b>0,24</b>	-0,14
<b>Clorofila</b>	<b>-0,22</b>	-0,08
<b>Acidez Titulável</b>	<b>0,23</b>	0,21
<b>Vitamina C</b>	<b>0,24</b>	0,04
<b>Sólidos Solúveis</b>	0,09	0,34
<b>SS/AT</b>	-0,16	-0,11
<b>L</b>	<b>0,22</b>	0,12
<b>a*</b>	<b>0,25</b>	-0,15
<b>b*</b>	<b>0,23</b>	0,08
<b>C</b>	<b>0,23</b>	0,08
<b>°H</b>	0,12	0,11
<b>Firmeza</b>	<b>-0,20</b>	0,05
<b>Perda de Massa</b>	<b>0,26</b>	-0,04
<b>Brilho</b>	<b>-0,25</b>	0,11
<b>Desidratação</b>	<b>0,26</b>	-0,11
<b>Manchas</b>	<b>0,22</b>	-0,28
<b>Intenção de Compra</b>	<b>-0,25</b>	0,09
<b>Aceitação Global</b>	<b>-0,26</b>	0,13
<b>Taxa de Respiração</b>	<b>0,19</b>	0,27

A partir das semelhanças observadas nas características de goiaba ‘Paluma’, a interação entre os recobrimentos aplicados e os dias de armazenamento foram formados em três grupos distintos. No primeiro grupo compostos pelos recobrimentos 2F+2O+0,5G, 3F+0,5O+1G e 3F+1O+0,5G, nos períodos de 3, 6, 8, 10 e 12 dias respectivamente, foi observada semelhança para as características de firmeza, relação SS/AT, clorofila e as características sensoriais de brilho, aceitação global e intenção de compra. Foi possível observar que os frutos do

recobrimento 3 % de fécula, 1 % de óleo de macaíba e 0,5% de glicerina estiveram dentro desse grupo até o 12º dia de armazenamento, mostrando a semelhança dos frutos deste recobrimento e os frutos do período 0, ou seja, as características do fruto colhido, e através da análise de componentes apontou-se que esse foi o melhor recobrimento, que melhor manteve as características de qualidade durante o armazenamento, seguidos dos frutos do 3F+0,5O+1G que esteve presente nesse grupo durante 6 dias e por último a combinação 2F+2O+0,5G que só foi similar aos frutos do tempo 0 até o 3º dia. Isso indica que os frutos que receberam o recobrimento 3F+1O+0,5G tiveram um aumento em relação a essas características quando comparados com o controle, de aproximadamente 10 dias, já que nesse mesmo período, os frutos sem recobrimento faziam parte do grupo 3.

Para o segundo grupo formado estão presentes as características de polifenóis, taxa de respiração, acidez titulável, parâmetro de cor (L, a\*, b\* e C) e conteúdo de vitamina C. Dentro desse grupo estão presentes todos os recobrimentos e todos os períodos de avaliação, sendo possível verificar através das variáveis isoladas que foi o grupo que apresentou a transição da coloração da casca do verde para o amarelo, como também o aumento no conteúdo de polifenóis, que refletiu diretamente no aumento da atividade antioxidante. Além disso, o controle apresentou também a maior produção de CO<sub>2</sub>, exceto para os frutos que compunha o controle, que a partir do 10º dia achavam-se fora deste grupo, formando um terceiro grupo juntamente com o recobrimento 2F+1,5O+1G no último dia de avaliação. Isto evidenciou que este recobrimento (2 % de fécula de mandioca, 1,5 % de óleo de macaíba e 1 % de glicerina) só foi eficaz na conservação de goiaba ‘Paluma’ até o 12º dia de armazenamento com similaridade ao controle, sendo semelhanças nas características de perda de massa, aumento dos carotenoides da polpa, como também apresentado maior presença de manchas e desidratação, sendo essas ultimas desvantajosas na conservação de goiabas, pois atingem diretamente a aparência do produto deixando inviável a comercialização.



**Figura 27:** Autovetores reunidos em três grupos das variáveis de qualidade, compostos bioativos, atividade antioxidante, aparência e taxa de respiração de frutos de goiaba ‘Paluma’ sob aplicação de recobrimentos biodegradáveis a base de fécula de mandioca, associado com óleo da amêndoa de macaíba e glicerina e o comportamento dentro dos períodos de armazenamento.

## 6. CONCLUSÕES

A aplicação de recobrimentos biodegradável a base de fécula de mandioca 3%, com 1% de óleo da amêndoa de macaíba e 0,5% de glicerina, foi eficiente em retardar o amadurecimento de goiabas ‘Paluma’ em pelo menos 7 dias a vida útil pós-colheita de frutos mantidos a 10 °C mantendo as características de qualidade dos frutos.

No final do armazenamento os frutos que foram submetidos a aplicação dos recobrimentos 2F+2O+0,5G, 3F+0,5O+1G e 3F+1O+0,5G mantiveram suas características sensoriais de brilho, aceitação global e intenção de compra similar ao início do armazenamento.

O uso de óleo de amêndoa de macaíba se mostrou eficaz na conservação pós-colheita de goiaba ‘Paluma’, podendo ser usado para diminuir o uso de glicerina em recobrimentos para frutos.

A aplicação dos recobrimentos foram eficazes em diminuir a taxa respiratória dos frutos durante o armazenamento, o que proporcionou diminuição no metabolismo destes.

A atividade antioxidante total aumentou com os dias de armazenamento, tendo os frutos do controle apresentado a maior atividade antioxidante aos 8 dias.



## 7. REFERÊNCIAS

- ABREU, J.R.; SANTOS, C.D.; ABREU, C.M.P.; CASTRO, E.M. Histochemistry and morphology study on guava fruit during ripening. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n.1, p.179-186, 2012.
- ADSULE, R.N.; KADAM, S.S. Guava. In: SALUNKHE, D.K.; KADAM, S.S. (Ed.). Handbook of fruit science and technology, production composition, storage and processing. **New York: Marcel Dekker**, 1995. cap. 9, p.419-433.
- AGOSTINI-COSTA, T. S. et al. Espécies de maior relevância para a região Centro-Oeste. In: VIEIRA, R. F. et al. Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil. **Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 2006. p. 12-25.
- AIDER, M. Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: Review. **LWT – Food Science and Technology**, 43, 837–842, 2010.
- AKAMINE, E.K., GOO, T. Respiration and ethylene production in fruits of species and cultivars of *Psidium* and *Eugenia*. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.** 104, 632–635, 1979.
- ALI, Z. M., CHIN, L. H., LAZAN, H. A comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. **Plant Sci.** 167, 317–327, 2004.
- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. Cerrado: espécies vegetais úteis. **Planaltina: Embrapa-CPAC**, 1998. p. 14-19.
- AMARANTE, C.; BANKS, N.H. Postharvest physiology and quality of coated fruits and vegetables. **Horticultural Reviews, New York**, v.26, p.161-238, 2001.
- ANDRÉS, V.; VILLANUEVA, M. J.; TENORIO, M. D. The effect of high-pressure processing on colour, bioactive compounds, and antioxidant activity in smoothies during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 192, p. 328–335, 2016.
- AQUINO, A. B. DE; BLANK, A. F.; SANTANA, L. C. L. DE A. Impact of edible chitosan–cassava starch coatings enriched with *Lippia gracilis* Schauer genotype mixtures on the shelf life of guavas (*Psidium guajava* L.) during storage at room temperature. **Food Chemistry**, v. 171, p. 108–116, 2015

- AZZOLINI, M. **Fisiologia pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato' : estádios de maturação e padrão respiratório**. Piracicaba, 2002. 100 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. Índices Para Avaliar Qualidade Pós-Colheita De Goiabas Em Diferentes Estádios De Maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 2, p. 139–145, 2004.
- BAI, J.; VICTORINE, A.; HAGENMAIER, R.D.; MATTHEIS, J.P.; BALDWIN, E.A., 2003. Formulation of zein coatings for apples (*Malus domestica* Borkh). **Postharvest Biology and Technology**, v.28, p.259-268, 2003.
- BARREIT, D. M; GONZALEZ C. Activity of softening enzymes during cherry maturation. **Journal of Food Science** 59(3):574-577, 1994.
- BASHIR, H.A. AND A.A. ABU-GOUKH. Compositional changes during guava fruit ripening. **Food chem.** 80: 557-563, 2003.
- BASSETTO, E.; JACOMINO, A. P.; PINHEIRO, A. L. Conservation of “Pedro Sato” guavas under treatment with 1-methylcyclopropene. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 40, n. 5, p. 433–440, 2005.
- BATAGLION, G. A., DA SILVA, F. M. A., EBERLIN, M. N.; KOOLEN, H.H.F. Simultaneous quantification of phenolic compounds in buriti fruit (*Mauritia flexuosa* L.f.) by ultra-high performance liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. **Food Research International**, 66,396–400, 2014.
- BERTO, A.; RIBEIRO, A. B.; SOUZA, N. E.; FERNANDES, E.; CHISTÉ, R. C. Bioactive compounds and scavenging capacity of pulp, peel and seed extracts of the Amazonian fruit Quararibeacordata against ROS and RNS. **Food Research International**, 77, 236–243, 2015.
- BISHNOI, C.; SHARMA, R. K.; SIDDIQUI, S. Effect of Modified Atmosphere on Biochemical Parameters and Shelf Life of Guava (*Psidium guajava* L) cv . Hisar Safeda and L- 49. **Journal of Postharvest Technology**, v. 03, n. 01, p. 14–17, 2015.
- BONA, J. C. Preparação e caracterização de blendas de amido com polietileno. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

- BOURLIEU, C.; GUILLARD, V.; VALLÈS-PAMIÈS, B.; GUILBERT, S.; GONTARD, N. Edible moisture barriers: how to assess of their potential and limits in food products shelf-life extension. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 49, n. 5, p. 474-499, 2009.
- BRODY, A. L. Envasado de alimentos en atmosferas controladas, modificadas y vacio. Zaragoza: **Acribia**, 1996. 220 p.
- BRON, I. U. et al. Temperature-related changes in respiration and Q10 coefficient of guava. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 5, p. 458-463, 2005.
- BROSNAN, T.; SUN, Da-Wen. Precooling techniques and applications for horticultural products - a review. **International Journal of Refrigeration**, v. 24, n. 2, p. 154-170, 2001.
- BROWN, B. I., WILLS, R. B. H. Post-harvest changes in guava fruit of different maturity. **Sci. Hortic.** 19, 237-243, 1983.
- BRUINSMA, J. The quantitative analysis of chlorophylls A and B in plant extracts. **Photochemistry and photobiology**, Elmsford, v.2, p. 241-249, 1963.
- BRUNINI, M. A.; MACEDO, N. B.; COELHO, C. V.; SIQUEIRA, G. D. Caracterização física e química de acerolas provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 26(3), 486-489, 2004.
- BULK, R. E.; BABIKER, E. F. E.; EL-TINAY, A.H. Changes in chemical composition of guava fruits during development and ripening. **Food Chemistry**, v. 59, n. 3, p. 395-399, 1997.
- CALBO, C. Outros sistemas de medida: Hunter, Munsell, etc. In: Universidad de Chile, El Color en alimentos. Medidas Instrumentales. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, p.36-47, 1989 (Publicaciones Miscelaneas Agrícolas, 31).
- CAMPOS, R. P.; KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Post-harvest conservation of organic strawberries coated with cassava starch and chitosan. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, p. 554-560, 2011.
- CAÑO ANDRADE, M.H. / ANDRADE, M.H.C.; VIEIRA, A. S.; AGUIAR, H. F.; CHAVES, J. F. N.; NEVES, R.M.P.S.; MIRANDA, T. L S; SALUM, A. Óleo do Fruto da Palmeira Macaíba Parte I: Uma Aplicação Potencial Para Indústrias de Alimentos, Fármacos e Cosméticos. **Anais do II ENBTEQ - Encontro Brasileiro sobre Tecnologia na Indústria Química**. São Paulo: ABEQ, 2006.

CARVALHO, H. D.; CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B.; CARVALHO, H. D. Efeito da atmosfera modificada sobre componentes da parede celular da goiaba. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 3, p. 605-615, 2001.

CARVALHO-SILVA, L. B., DIONÍSIO, A.P., PEREIRA, A. C. S., WURLITZER, N. J., BRITO, E. S., BATAGLION, G. A., LIU, R. H. Antiproliferative, antimutagenic and antioxidant activities of a Brazilian tropical fruit juice. **LWT — Food Science and Technology**, 59, 1319–1324, 2014.

CERQUEIRA, T. S. **Recobrimentos comestíveis em goiabas cv Kumagai**. 69 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

CERQUEIRA, T. S.; JACOMINO, A. P.; SASAKI, F. F.; ALLEONI, A. C. C. Recobrimento de goiabas com filmes proteicos e de quitosana. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p. 216–221, 2011.

CERQUEIRA, T. S.; JACOMINO, A.P.; SASAKI, F. F. E AMORIM, L. Controle do amadurecimento de goiabas ‘Kumagai’ tratadas com 1-metilcloropropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 31, 3: 687-692, 2009.

CETEC. Centro Tecnológico de Minas Gerais. Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais: Estudo das oleaginosas nativas de Minas Gerais (Bio- fuels Production From Vegetable Oils: Study of Native Oleaginous Plants From Minas Gerais), Belo Horizonte, MG, 152 pp, 1983.

CHAN, H. T., KWOK, S. Identification and determination of sugars in some tropical fruit products. **Journal of Food Science**, 40(2), 419-420. 1976

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. **Lavras: UFLA**, 2005.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B.; CARVALHO, V. D. Algumas características dos frutos de duas cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L) em fase de maturação. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 6. Recife, 1981, Anais. Recife: SBF, 1981. v. 2, p. 771-780.

- CHIUMARELLI, M.; HUBINGER, M. D. Food Hydrocolloids Evaluation of edible films and coatings formulated with cassava starch, glycerol, carnauba wax and stearic acid. **Food hydrocolloids**, v. 38, p. 20–27, 2014.
- CHIUMARELLI, M.; PEREIRA, L. M. R.; FERRARI, C. C.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; HUBINGER, M. D. Cassava starch coating and citric acid to preserve quality parameters of fresh-cut “Tommy Atkins” mango. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 5, p. E297 - E304, 2010.
- CICONINI, G.; FAVARO, S. P.; ROSCOE, R.; MIRANDA, C. H. B.; TAPETI, C. F.; MIYAHIRA, M. A. M.; NAKA, M. H. Biometry and oil contents of *Acrocomia aculeata* fruits from the Cerrados and Pantanal biomes in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Industrial Crops and Products**, v. 45, p. 208-214, 2013.
- CORRÊA, S. C. **Predição da aceitação sensorial de frutas por meio de parâmetros físicos e físico-químicos utilizando modelo multivariado**. Dissertação: Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG, 2014.
- Costa, A. G. V.; García-Díaz, D. F.; Jimenez, P.; Silva, P. I. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red–black berries. **Journal of Functional Foods**, 5, 539–549, 2013.
- DA TRINDADE, D. C. G.; DE LIMA, M. A. C.; DA SILVA, A. L.; DE ASSIS, J. S.; SÁ, N. M. D. S., COSTA, R. D. S.; DE SÁ SANTOS, P. Armazenamento refrigerado de goiaba 'Paluma' submetida a atmosfera modificada e aplicação pós-colheita de 1-MCP. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **CONGRESSO BRASILEIRO E FRUTICULTURA**, 18., 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBF: Governo do Estado: Epagri, 2004. 1 CD-ROM., 2004.
- DANTAS, A. L.; SILVA, S. D. M.; LIMA, M. A. C. D.; DANTAS, R. L.; MENDONÇA, R. M. N. Bioactive compounds and antioxidant activity during maturation of strawberry guava fruit. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 4, p. 805–814, 2013.
- DAS, D. E. G. et al. Efeito De Injúrias Mecânicas Na Firmeza E Coloração Effect of Mechanical Injuries on Firmness and Color. p. 277–281, 2001.
- DAUCHET, L.; AMOUYEL, P.; HERCBERG, S.; DALLONGEVILLE, J. Fruit and vegetable consumption and risk of coronary heart disease: A meta-analysis of cohort studies. **The Journal of Nutrition**, 136, 2588–2593, 2006.

- DHILLON, B.S.; SINGH, S.N.; KUNDAL, G. S.; MINHAS, P. P. S. Studies on the developmental physiology of guava fruti (*Psidium guajava* L.) II. Biochemical characters. **Punjab Horticultural Journal**, v.27, n.3/4, p.212-221, 1987.
- DHINGRA, M. K.; GUPTA, O. P.; CHUNDAWAT, B.S. Studies on pectin yield ad quality of some guava cultivares in relation to cropping season and fruit maturity. **Journal of Food Science and technology**, v. 20, n. 1/2, p. 10-13, 1983.
- DONG, H., CHENG, L., TAN, J., ZHENG, K., JIANG, Y. Effect of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. **J. Food Eng.** 64, 355–358, 2004
- DOWNHAM, A.; COLLINS, P. Colouring our foods in the last and next millennium. *International journal of food science & technology*, [S.l.], v. 35, p. 5-22, 2000.
- DRAETTA, I. S.; SHIMOKOMAKI, M.; YOKOMIZO, Y.; FUJITA, J. T.; MENEZES, H. C.; BLEINROTH, E. W. Transformações bioquímicas do mamão (*Carica papaya* L.) durante a maturação. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos** 6(2):395-408, 1995.
- DUSSÁN-SARRIA, S. S.; HONÓRIO, S. L. Condutividade e difusividade térmica do figo (*Ficus carica* L.) “Roxo de Valinhos”. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 185-194, 2004.
- EKLUND, P. C., LÅNGVIK, O. K., WÄRNÅ, J. P., SALMI, T. O., WILLFÖR, S. M., SJÖHOLM, R. E. Chemical studies on antioxidant mechanisms and free radical scavenging properties of lignans. **Organic & biomolecular chemistry**, v. 3, n. 18, p. 3336-3347, 2005.
- ELSABEE, M. Z.; ABDOL, E. S. Chitosan based edible films and coatings: A review. *Materials. Science and Engineering C*, 33, 1819–1841, 2013.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e s eu espectro de absorção de luz em função sombreamento em mudas de quatro espécies florestais. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Londrina, v. 3, n.1, p. 39-45, 1991.
- FAKHOURI, F. M.; BATISTA, J.; GROSSO, C. Efeito de coberturas comestíveis aplicadas em goiabas in natura (*Psidium guajava*) I: Desenvolvimento e caracterização de filmes comestíveis de gelatina, triacetina e ácidos Graxos. **Brazilian Journal of Food Technology**, 6,301–308, 2003.

- FALGUERA, V.; QUINTERO, J. P.; JIMÉNEZ, A.; MUÑOZ, J. A.; IBARZ, A. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. **Trends in Food Science & Technology**, 22, 292–303, 2011.
- FERNANDES, P. H. S.; SOUZA, S. D. O. Tecnologia de produtos de origem vegetal: processamento de frutas e hortaliças. **Uberlândia: SENAI-MG**, 2001.
- FLORES, G.; WU, S. B.; NEGRIN, A.; KENNELLY, E. J. Chemical composition and antioxidant activity of seven cultivars of guava (*Psidium guajava*) fruits. **Food Chemistry**, 170, 327–335, 2015.
- FORATO, L. A.; DE BRITTO, D.; DE RIZZO, J. S.; GASTALDI, T. A.; ASSIS, O. B. Effect of cashew gum-carboxymethylcellulose edible coatings in extending the shelf-life of fresh and cut guavas. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 5, p. 68–74, 2015.
- FRASER, P. D.; BRAMLEY, P. M. **The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids**. v. 43, p. 228–265, 2004.
- GADZE J.; PRLI, C. M.; BULI, C. M.; LEKO, M.; BARBARI, C. M.; VEGO, D.; RAGU, Z. M. Physical and chemical characteristics and sensory evaluation of pomegranate fruit of (*Punica granatum* L.) cv. “Glava s”. **Pomologia Croatica** 17:3–4, 2011.
- GALLI, J. A., FISCHER, I. H., DE ARRUDA PALHARINI, M. C., & MICHELOTTO, M. D. Quantificação de doenças pós-colheita em acessos de goiabeira cultivados em sistema orgânico, **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 45, n. 2, 2015.
- GERHARDT, L. B. A.; MANICA, I.; KIST, H.; SIELER, R. L. Características físico-químicas dos frutos de quatro cultivares e três clones de goiabeira em Porto Lucena, RS. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 185-192, 1997.
- GHANBARZADEH, B.; ALMASI, H.; ENTEZAMI, A. A. Improving the barrier and mechanical properties of corn starch-based edible films: effect of citric acid and carboxymethyl cellulose. **Industrial Crops and Products**, v. 33, n. 1, p. 229-235, 2011.
- GILL, K. S.; DHALIWAL, H. S.; MAHAJAN, B. V. C.; PALIYATH, G.; BOORA, R. S. Enhancing postharvest shelf life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Allahabad Safeda by pre-harvest application of hexanal containing aqueous formulation. **Postharvest Biology and Technology**, v. 112, p. 224–232, 2016.

- GOUTAM, M.; DHALIWAL, H. S.; MAHAJAN, B. V. C. Effect of pre-harvest calcium sprays on post-harvest life of winter guava (*Psidium guajava* L.). **Journal of food science and technology**, 47(5), 501-506, 2010.
- GUTIÉRREZ, R. M.; MITCHELL, S.; SOLIS, R. V. *Psidium guajava*: a review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. **Journal of Ethnopharmacology** 117, 1-27, 2008.
- HAIDA, K. S.; HAAS, J.; DE MELLO, S. A.; HAIDA, K. S.; ABRÃO, R. M.; SAHD, R. Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante de Goiaba (*Psidium guajava* L.) Fresca e Congelada. **Revista Fitos Eletrônica**, v. 9, n. 1, p. 37-44, 2015.
- HASSIMOTTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 53, 2928-2935, 2005.
- HEWETT, E. W. An overview of preharvest factors influencing postharvest quality of horticultural products. **International Journal of Postharvest Technology and Innovation**, 1(1), 4-15, 2006.
- HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 27, p. 42-49, 1962.
- HOJO, E. T. D.; CARDOSO, A. D.; HOJO, R. H.; VILAS BOAS, E. V. B.; ALVARENGA, M. A. Uso de películas de fécula de mandioca e PVC na conservação pós-colheita de pimentão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 184-190, 2007.
- HONG, K.; XIE, J.; ZHANG, L.; SUN, D.; GONG, D. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. **Scientia Horticulturae**, v. 144, p. 172–178, set. 2012.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2ª Edição. São Paulo, v. 1, 371 p. 2005.
- JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; BRACKMANN A.; CASTRO, P. D. C. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agricola** 59, 303-308, 2002.



- JACOMINO, A. P.; SARANTÓPOULOS, C. D. I. de L.; SIGRIST, J. M. M.; KLUGE, R. A.; MINA- MI, K. Armazenamento de goiabas ‘Kumagai’ sob diferentes temperaturas de refrigeração, **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 1, n. 3, p. 165-169, 2000.
- JACOMINO, A.P.; OJEDA, R.M.; KLUGE, R.A.; SCARPARE FILHO, J.A.S. Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.401-405, 2003.
- JAIN, N.; DHAWAN, K.; MALHOTRA, S. P.; SIDDIQUI, S.; SINGH, R. Compositional and enzymatic changes in guava (*Psidium guajava* L.) fruits during ripening. **Acta Physiologiae Plantarum**, Krakov, 23, n. 3, p. 357-362, 2001
- JONGEN, W. M. F. ‘Food supply chains: from productivity toward quality’, in R.L. Shewfelt and B. Brückner (Eds.) *Fruit and Vegetable Quality: An Integrated View*, Lancaster, USA: **Technomic Publishing Co. Inc.**, pp. 3–20, 2000.
- KESTER, J. J.; FENNEMA, O. (1986). Edible films and coatings: A review. **Food Technology**. 40:47–49.
- KONG, M.; CHEN, X. G.; XING, K.; PARK, H. J. Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: A state of the art review. **International Journal of Food Microbiology**, 144, 51–63, 2010.
- KOOLEN, H. H. F.; SILVA, F. M. A.; GOZZO, F. C.; SOUZA, A. Q. L.; SOUZA, A. D. L. Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC–ESI–MS/MS. **Food Research International**, 51, 467–473, 2013.
- KURZ, C.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. HPLC-DAD-MS. characterization of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. **Food Chemistry**, London, v. 110, p. 522-530, 2008.
- KURZ, C.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. HPLC-DAD-MSn characterisation of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. **Food Chemistry**, London, v. 110, p. 522-530, 2008.

- LARRAURI, J.A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *J. agric. Food Chemistry*. v. 45, p. 1390-1393. 1997.
- LELIÉVRE, J.M.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J.C. Ethylene and fruit ripening. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 101, p. 727-739, 1997.
- LIMA, L. C.; DIAS, M. S. C.; CASTRO, M. V.; MARTINS, R. N.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; SILVA, E. D. Conservação pós-colheita de figos verdes (*Ficus carica* L.) cv. Roxo de Valinhos tratados com hipoclorito de sódio e armazenados sob refrigeração em atmosfera modificada passiva. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 810-816, 2005.
- LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S.; GONZAGA NETO, L. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 273-276, 2002.
- LIMA, M. A. **Conservação pós-colheita de goiaba e caracterização tecnológica dos frutos de diferentes genótipos, produzidos em Jaboticabal**, SP. 101 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 1999.
- LIMA, M. A.; DURIGAN, J. F. Conservação de goiabas ‘Pedro Sato’ associando-se refrigeração com diferentes embalagens. **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 22, n. 2, p. 232-236, 2000.
- LIMA, M. A.; DURIGAN, J. F.; SOUZA, B. S.; DONADON, J. R. Post-harvest conservation of guavas using calcium and gibberellic acid together with different plastic films. **Revista Brasileira de Armazenamento**, 28,31–40, 2003.
- LINHARES, L. A., SANTOS, C. D. D., ABREU, C. M. P. D., & CORRÊA, A. D. (2005). **Transformações químicas, físicas e enzimáticas de goiabas' Pedro Sato'tratadas na pós-colheita com cloreto de cálcio e 1-metilciclopropeno** (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Lavras.).
- LINHARES, L. A.; SANTOS, C. D.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A.D. Transformações químicas, físicas e enzimáticas de goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas na pós-colheita com cloreto de cálcio e 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, 31, 3: 829-841, 2007.

- MAIA, L. H.; PORTE, A.; SOUZA, V. F. 2000. Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e oxigênio. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, 18(1):105-128
- MALDONADO-ROBLEDO, G.; et al. Carotenóides: cores atraentes e ação biológica. **Revista biotecnologia Ciência**, v. 62, p. 484-488, 2003.
- MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Fruticultura tropical: goiaba. Porto Alegre: **Cinco continentes**, 373 p, 2000.
- MCGUIRRE, R. G.; HALLMAN, G. J. Coating guavas with cellulose or carnauba- based emulsions interferes with postharvest ripening. **Hortscience**, 30, 294–295, 1995.
- MENEZES, C.C.; BORGES, S.V.; FERRUA, F.Q.; VILELA, C.P.; CARNEIRO, J.D.S. 2011 - Influence of packing and potassium sorbate on the physical, physicochemical and microbiological alterations of guava preserves. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, p.674-680.
- MERCADANTE, A. Z., A.; STECK AND H. PFANDER. Carotenoids from guava (*Psidium guajava* L): isolation and structure elucidation. **J. Agric. Food Chem.** 47: 145-151, 1999.
- MERCADO-SILVA, E.; BENITO-BAUTISTA, P.; GARCIA-VELASCO, M.A. Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in central México. **Postharvest Biology and Technology**, Wageningen, v. 30, n. 2, p. 294-295, 1998.
- MINGUÉZ-MOSQUERA, M. I.; HONERO, D. Analysing changes in fruit pigments. In : MAC DOUGALL, D. (Ed.), ed. Woodhead Publishing. **Colour in food: improving quality**, 2002. 378p.
- MOKADY, S.; COGAN, U.; LIEBERMAN, L. Stability os vitamin C in fruit and fruit blends. **Journal Science Food Agricultural**, v. 35, p. 452-456, 1984.
- MORENO, F. L.; PARRA-CORONADO, A.; CAMACHO-TAMAYO, J. H. Mathematical simulation parameters for drying of cassava starch pellets. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 6, p. 1234-1244, 2014.
- MORGADO, C. M. A.; DURIGAN, J. F.; LOPES, V. G.; SANTOS, L. O. Conservação pós-colheita de goiabas ‘Kumagai’: efeito da maturação e da temperatura de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1001- 1008, 2010.

- MORTENSEN, A. Carotenoids: an overview. **Agro-Ind. Hi-Technol**, [S.l.], p. 32-33, 2004.
- MORTON, J.F.. Fruits of Warm Climates. Julia F. Morton, Miami, FL, pp. 356–363, 1987.
- MOTTA, J. D.; QUEIROZ, A. J. D. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. DE. Índice de cor e sua correlação com parâmetros físicos e físico-químicos de goiaba, manga e mamão. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 1, p. 74-82, 2015.
- NAGATA, M. Y; SÊNIOR YAMASHITA. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Japão Food Industry Journal**, v. 39, n. 10, p. 925-928, 1992.
- NAKAMURA, N., SUDHAKAR RAO, D.V., SHIINA, T., NAWA, Y. Effects of temperature and gas composition on respiratory behaviour of tree-ripe ‘Irwin’ mango. *Acta Hortic.* 600, 425–429, 2003.
- NASCIMENTO, T. A.; CALADO, V.; CARVALHO, C. W. P. Development and characterization of flexible film based on starch and passion fruit mesocarp flour with nanoparticles. **Food Research International**, v. 49, n. 1, p. 588-595, 2012.
- NUNES, J. C.; LAGO, M. G.; CASTELO-BRANCO, V. N.; OLIVEIRA, F. R.; TORRES, A. G.; PERRONE, D.; MONTEIRO, M. Effect of drying method on volatile compounds, phenolic profile and antioxidant capacity of guava powders. **Food chemistry**, 197, 881-890, 2015.
- OJEDA, R. M. **Utilização de ceras, fungicidas e sanitizantes na conservação de goiabas ‘Pedro Sato’ sob condição ambiente**. 2001. 57p. 2001. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Horticultura) –Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- OLIVEIRA JÚNIOR, L. F. G.; COELHO, E. M.; COELHO, F. C. Caracterização pós-colheita de mamão armazenado em atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 660- 664, 2006.
- OLIVEIRA, D. A.; MELO JÚNIOR, A. F.; BRANDÃO, M. M.; RODRIGUES, L. A.; MENEZES, E. V.; FERREIRA, P. R. B. Genetic diversity in populations of *Acrocomia aculeata* (Arecaceae) in the northern region of Minas Gerais, Brazil. **Genet. Mol. Res**, v. 11, n. 1, p. 531-538, 2012.

- OLIVEIRA, M. A.; CEREDA, M. P. Efeito da película de mandioca na conservação de goiabas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 2, p. 97-102, 1999.
- OSORIO, C.; CARRIAZO, J.G. Thermal and structural study of guava (*Psidium guajava* L.) powder obtained by two dehydration methods. **Química Nova**, v.34, p.636-640, 2011.
- PAIVA, M. C.; MANICA, I.; FIORAVANÇO, J. C.; KIST, H. Caracterização química dos frutos de quatro cultivares e duas seleções de goiabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 19, n. 1, p. 57-63, 1997.
- PANTASTICO, E. R.; CHATTOPADHYAY, T. K.; SUBRAMANYAM, H. Storage and commercial storage operations. In: Pantastico, E.B. (Ed.), **Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruit and Vegetables**. Westport: AVI, pp. 314–338, 1975.
- PATEL, R. M.; ASHUTOSH PANDEY; DWIVEDI, S. K. AND GAURAV SHARMA. Studies on Physicochemical properties of guava (*Psidium guajava*). *Plant Archives* 5 (2) : 597-600, 2005.
- PATIL, V.; CHAUHAN, A. K.; SINGH, R. P. Optimization of the spray-drying process for developing guava powder using response surface methodology. **Powder Technology**, v. 253, p. 230–236, 2014.
- PATRA, R. K.; DEBNATH S.; DAS B. C, HASAN, M. A. Effect of mulching on growth and fruit yield of guava cv. Sardar. **Orissa Journal of Horticulture** 32: 38-42, 2004.
- PERDONESA, A.; SANCHEZ-GONZALEZ, L.; CHIRALT, A.; VARGASA, M. Effect of chitosan–lemon essential oil coatings on storage-keeping quality of strawberry. *Postharvest Biol. Technol.* 70, 32–41, 2012.
- PEREIRA, M. E. C.; SILVA, A. D.; BISPO, A. D. R.; SANTOS, D. D.; SANTOS, S. D.; SANTOS, V. D. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1116-1119, 2006.
- PEREIRA, T., CARLOS, L. D. A., DE OLIVEIRA, J. G., & MONTEIRO, A. R. Influência das condições de armazenamento nas características físicas e químicas de goiaba (*Psidium guajava*), cv. cortibel de polpa branca. **Ceres**, 53(306), 2015.

- QUEIROZ, L.; NASCIMENTO, C.; SILVEIRA, A.; FONSECA, R.; CREN, E.; ANDRADE, M. Caracterização das propriedades físico-químicas da polpa da macaíba (*Acrocomia aculeata*) após diferentes tratamentos pós-colheita e armazenamento. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 4611-4618, 2015.
- RAMOS, D. P.; LEONEL, S.; SILVA, A. C.; SOUZA, M. E.; SOUZA, A. P.; FRAGOSO, A. M. Épocas de poda na sazonalidade, produção e qualidade dos frutos da goiabeira ‘Paluma’. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 909-918, 2011.
- RANDHAWA, M. A., PASHA, I., AHMAD, S., AHMAD, A., & AHMAD, T. Effect of cellulose based coating on different varieties of guava in combination with MgSO<sub>4</sub> under controlled storage conditions. **Pakistan Journal of Food Sciences**, v. 25, n. 3, p. 117-124, 2015.
- REYES, F.G.; MARIN, M.S.; BOLANÑOS, M.A de. Determinação de pectina na goiaba (*Psidium guajava* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia**, v. 7, n. 3, p. 313- 315, 1976.
- REYS, M. V., & PAULL, R. E. Effect of storage temperature and ethylene treatment on guava (*Psidium guajava* L.) fruit ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 6,357–365, 1995.
- RHODES, M. J. C. Biochemistry of maturation and ripening: the climateric and ripening of fruits. In: HULME, A. C. (ed). *Biochemistry of Fruits and their Products*. London Academic Press, 1980, p. 521-532.
- RIBEIRO, V. G.; ASSIS, J. D.; SILVA, F. F.; SIQUEIRA, P. P. X.; VILARONGA, C. P. P. Armazenamento de goiabas ‘Paluma’ sob refrigeração e em condição ambiente, com e sem tratamento com cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 203-206, 2005.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. Fontes brasileiras de carotenoides. **Brasília: Mistério de Meio Ambiente**, 2008. p. 100, 2008.
- ROLIM, A. A. B. Óleos vegetais: usos gerais. Informe **Agropecu.** 82: 17-22, 1981.
- ROMANI, R. J. Respiration, ethylene, senescence, and homeostasis in an integrated view of postharvest life. *Canadian Journal of Botany*. v.62, n.12, p.2950- 2955, 1984.

- ROMBALDI, C. V.; TIBOLAS, C. S.; FACHINELLO, J. C.; SILVA, J. A. Percepção de consumidores do Rio Grande do Sul em relação a quesitos de qualidade em frutas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 681-684, 2007.
- ROTSTEIN, A.; GROSS, J.; LIFSHITZ, A. Changes in the pulp carotenoid pigments of the ripening Shamouti orange. **Lebensmittel - Wissenschaft und Technologie**, Berlin, v. 5, p. 140-143, 1972.
- SAHOO, N. R., PANDA, M. K., BAL, L. M., PAL, U. S., & SAHOO, D. Comparative study of MAP and shrink wrap packaging techniques for shelf life extension of fresh guava. **Scientia Horticulturae**, v. 182, p. 1–7, 2015.
- SALINAS-HERNÁNDEZ, R. M.; ULÍN-MONTEJO, F.; SAUCEDO-VELOZ, C. Effect of waxing and temperature of storage on the conservation of guava (*Psidium guajava* L.) cultivar ‘Media China’. *Acta Horticulturae*, 849,401–408, 2010.
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. *Plant Physiology*. 3 ed .CRC Press, Belmont, California, USA. 147p, 1992.
- SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L.; PASTOR, C.; VARGAS, M.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C.; CHÁFER, M. Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes. **Postharvest Biology and Technology**, 60, 57–63, 2011.
- SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; CHUBA, C. A. M. Caracterização biométrica, física e química de frutos da palmeira bociuva *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 1023-1028, 2011.
- SCARIOT A, LIERAS E AND HAY JD (1995). Flowering and fruiting phenologies of de palm *Acrocomia aculeata*: patterns and consequences. **Biotropica**, p. 168-173, 1995.
- SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G. A. *Biochemistry of fruit ripening*. London: Chapmal & Hall, 1993. 454 p.
- SHARAF, A.; EL-SAADANY, S. S. Biochemical studies on guava fruits during different maturity stages. **Annals of Agriculture Science** 24(2):975-984, 1996.

- SILVA, A. V. C.; ANDRADE, D. G.; YAGUIU, P.; CARNELOSSI, M. A. G.; MUNIZ, E. N.; NARAIN, N. Uso de embalagens e refrigeração na conservação de atemoia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 300-304, 2009.
- SILVA, D. F. P., SALOMÃO, L. C. C., SIQUEIRA, D. L., CECOM, P. R., Rocha, A. 2012. Manga ‘Ubá’ tratada com ethephon na pré-colheita. **Revista Ceres** 59: 555-559.
- SILVA, D. F. P.; SALOMÃO, L. C. C.; ZAMBOLIM, L.; ROCHA, A. Use of biofilm in the postharvest conservation of 'Pedro Sato' guava. **Revista Ceres**, v. 59, n. 3, p. 305-312, 2012.
- SILVA, G. C. R.; CAÑO ANDRADE, M. H. Development and simulation of a new oil extraction process from fruit of macauba palm tree. **Journal of Food Process Engineering**. v. x, p. 1-12, 2011.
- SILVA, I. C. A., ALEIXO, Á. A., ALEIXO, A. M., FIGUEIREDO, A., LEMUCHI, M. O., SANTOS LIMA, L. A. R. Análise fitoquímica e atividade antioxidante do extrato hidroetanólico das folhas de *Psidium guajava* L.(Goiabeira). **BBR-Biochemistry and Biotechnology Reports**, v. 2, n. 2esp, p. 76-78, 2013.
- SILVA, J. M.; CORREIA, L. C. S. A.; MOURA, N. P.; MACIEL, M. I. S.; VILLAR, H. P. Use of ionising radiation technology as a method of postharvest conservation of guava. **International Journal of Postharvest Technology and Innovation**, 2, 168–179, 2011.
- SILVA, L. M. R.; FIGUEIREDO, E. A. T.; RICARDO, N. M. P. S.; VIEIRA, I. G. P.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M.; GOMES, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 143, 398–404, 2014.
- SINGH P, JAIN V. Fruit growth attributes of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Allahabad Safeda under agro- climatic conditions of Chhattisgarh. In: Singh et al., (ed) **Proceedings of the first International guava Symposium Acta Horticulture** 735: 335-338, 2007.
- SINGH, S. P.; PAL, R. K. Response of climacteric-type guava (*Psidium guajava* L.) to postharvest treatment with 1-MCP. **Postharvest Biology and Technology**, v. 47, n. 3, p. 307–314, 2008.
- SINGH, S., SINGH, A. K., JOSHI, H. K. Prolong storability of Indian gooseberry (*Emblica officinalis* Gaertn.) under semiarid ecosystem of Gujarat. **Indian J. Agric. Sci.** 75, 647–650, 2005.



SIQUEIRA, A.M.A. **Resfriamento rápido por ar forçado de goiaba cv. Paluma: avaliação dos parâmetros físico, físico-químicos, sensoriais e do processo**. Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos. Fortaleza, 2009. 133 f.

SOARES, N. D. F. F.; SILVA, D. F. P.; CAMILLOTO, G. P.; OLIVEIRA, C. P.; PINHEIRO, N. M.; MEDEIROS, E. A. A. Antimicrobial edible coating in post-harvest conservation of guava. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. SPE1, p. 281–289, out. 2011.

SOTHORNVIT, R.; KROCHTA, J. M. Plasticizer effect on mechanical properties of b-lactoglobulin films. **Journal of Food Engineering**, v. 50, n. 3, p. 149-155, 2001.

STREIT, N. M. et al. As clorofilas. *Ciênc. Rural*, [S.l.], v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

STROHECKER, R.; HENINING, H. M. **Análises de vitaminas: métodos comprovados**, 42 p. 1967.

TUCKER, G. A., 1993. Introduction. In: Seymour, G.B., Taylor, J.E., Tucker, G.A. (Eds.), **Biochemistry of Fruit Ripening**. Chapman & Hall, Cambridge, pp. 2–51.

VALDENEGRO, M.; et al. Changes in antioxidant capacity during development and ripening of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) fruit and in response to 1- methylcyclopropene treatment. **Postharvest biology and technology**, [S.l.], v. 67, p. 110–117, 2012.

VALERO, D., SERRANO, M. (2013). Growth and ripening stage at harvest modulates postharvest quality and bioactive compounds with antioxidant activity. **Stewart Postharvest Review**, 9(3), 1-8.

VARGAS, M.; PASTOR, C.; CHIRALT, A.; MCCLEMENTS, D. J.; GONZÁLEZ-Martínez, C. Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 48, n. 6, p. 496-511, 2008.

VERMA, A. K.; RAJKUMAR, V.; BANERJEE, R.; BISWAS, S.; DAS, A. K. Guava (*Psidium guajava* l.) powder as an antioxidant dietary fibre in sheep meat nuggets. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, v. 26, n. 6, p. 886–95, 2013.

VILA, M. T. R.; LIMA, L. C. O.; VILAS BOAS, E. V. B.; HOJO, E. T. D.; RODRIGUES, L. J., PAULA, N. R. F. Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. **Ciência e agrotecnologia**, v. 31, 1435-1442, 2007.

- WANG, C.Y.. Chilling injury of fruits and vegetables. **Food Rev. Int.** 5, 209–236, 1989.
- WERNER, E. T.; OLIVEIRA, L. F. G. JR.; BONA, A. P.; CAVATI, B.; GOMES, T. D. U. H. Efeito do cloreto de cálcio na pós-colheita de goiaba Cortibel. *Bragantia*, 68,511– 518, 2009.
- WHEELER, G.L.; JONES, M.A.; SMIRNOFF, N. The biosynthetic pathway of vitamin C in higher plants. **Nature**, v. 393, p. 365-369, 1998.
- WILLS, R.H.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, W.B.; HALL, E.G. Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. **Kensington: New South Wales University Press**, 1981. 161p.
- WISSGOTT, U.; BORTLIK, K. Prospects for new natural food colorants. **Trends in Food Science & Technology**, v. 7, n. 9, p. 298-302, 1996.
- YANG, S. F.; HOFFMAN, N. E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology*, v. 35, p. 155-189, 1984.
- ZHANG, Y., SUN, Y., XI, W., SHEN, Y., QIAO, L., ZHONG, L., et al. (2014). Phenolic compositions and antioxidant capacities of Chinese wild mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) fruits. **Food Chemistry**, 145, 674–680.
- ZHU, X., WANG, Q. M., CAO, J. K., JIANG, W. B. Effects of chitosan coating on postharvest quality of mango (*Mangifera indica* L.CV. Tainong) fruits. **J. Food Process. Preserv.** 32, 770–784, 2008.